

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

PRÉVISION DE DONNÉES FISCALES À L'AIDE DE DONNÉES À FRÉQUENCE

MIXTE

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DE LA MAÎTRISE EN ÉCONOMIQUE

PAR

BENMOUSSA AMOR ANISS

JUILLET 2017

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

« Remember that all models are wrong; the practical question is how wrong do they have to be to not be useful. »

- George Box, *Empirical Model-Building and Response Surfaces* (1987)

Tout d'abord, je tiens à remercier mes directeurs de mémoire, M. Dalibor Stevanovic et M. Jean-Denis Garon. Votre engagement m'a été d'un grand soutien. Que ce soit par votre disponibilité, vos conseils ainsi que votre soutien financier qui m'a permis de me focaliser sur l'achèvement de ce mémoire. Je remercie aussi l'ensemble du corps enseignant de l'UQAM pour la qualité de la formation qui m'a été donnée au cours de ces deux années de maîtrise.

Ensuite, je remercie mes parents pour avoir toujours cru en moi et de m'avoir appuyé durant toutes ces années par l'ensemble de leur sacrifices, ainsi que mes frères Mohamed-Rafik et Ahmed-Mahdi pour leur soutien indéfectible.

D'autre part, je suis reconnaissant du soutien financier du Centre interuniversitaire de recherche en analyse des organisations et de la Fondation de l'UQAM. Cela m'a permis de me concentrer sur mes études.

Je remercie aussi mes collègues de maîtrise de l'UQAM. Je pense particulièrement à Phillippe et à Charles. Vous avoir côtoyés durant ces deux années à donné lieu à beaucoup d'échanges et bien sûr, à rendu ces deux années moins pénibles sur le moral. Pour finir, merci à ma copine pour sa patience et sa motivation dans les moments de doute.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES FIGURES	VII
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I	
REVUE DE LA LITTÉRATURE	4
1.1 Historique	4
1.2 Les modèles de prévisions avec données à fréquence mixte	6
CHAPITRE II	
CADRE ÉCONOMÉTRIQUE	10
2.1 Modèles à fréquence mixte	10
2.1.1 Le modèle ADL-MIDAS	10
2.1.2 Paramétrisation du polynôme de poids w_i	11
2.1.3 Le modèle ADL-MIDAS avec composante moyenne mobile	12
2.2 Modèles de références	13
2.3 Combinaisons de prévisions	13
2.4 Critère d'évaluation des prévisions	14
CHAPITRE III	
LES DONNÉES	15
3.1 Cas du Québec	15
3.1.1 Stationnarité des données	16
3.2 Cas du Canada	21
CHAPITRE IV	
ANALYSE DES RÉSULTATS	23
4.1 Conception des prévisions	23
4.2 Prévision du revenu de la TVQ	25
4.3 Prévision du revenu et des charges de programmes du gouvernement du Canada	27
4.3.1 Revenu	27

4.3.2 Charges de programmes	30
4.4 Comparaison des modèles à fréquences mixtes	33
4.5 Combinaison de prévisions	33
CONCLUSION	35
ANNEXE A	
STATISTIQUES DESCRIPTIVES	37
ANNEXE B	
PRÉVISIONS DES MINISTÈRES DES FINANCES DU QUÉBEC ET DU CANADA	42
ANNEXE C	
RÉSULTATS POUR LA PRÉVISION DE LA TVQ	46
ANNEXE D	
RÉSULTATS POUR LA PRÉVISION DES REVENUS ET DES CHARGES DE PRO- GRAMMES DU GOUVERNEMENT DU CANADA	49
BIBLIOGRAPHIE	58

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
3.1 Tests ADF pour les séries en niveau	18
3.2 Tests ADF pour les séries transformées	20
4.1 EQM pour la prévision hors échantillon un an à l'avance selon les séries et les modèles par rapport à l'EQM du ministère des Finances du Québec ainsi que l'EQM de la combinaison de prévisions moyenne et médiane	25
4.2 EQM pour la prévision hors échantillon deux ans à l'avance selon les séries et les modèles par rapport à l'EQM du ministère des Finances du Québec ainsi que l'EQM de la combinaison de prévisions moyenne et médiane	26
4.3 EQM pour des prévisions un an et deux ans à l'avance du revenu du gouvernement du Canada par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada	28
4.4 EQM pour des prévisions un an et deux ans à l'avance des charges de programmes du gouvernement du Canada par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada	31
A.1 Provenance des séries	37
A.2 Statistiques descriptives annuelles en niveau du revenu de la TVQ de la période fiscale de 1981-1982 à 2014-2015	38
A.3 Statistiques descriptives trimestrielles en niveau de la période fiscale de 1981-1982 à 2014-2015	38
A.4 Statistiques descriptives annuelles en différence du log du revenu de la TVQ de la période fiscale de 1981-1982 à 2014-2015	38
A.5 Statistiques descriptives trimestrielles en différence du log de la période fiscale de 1981-1982 à 2014-2015	39
A.6 Données utilisées pour la prévision des revenus et des charges de programmes du Gouvernement du Canada	40
B.1 Prévisions du taux de croissance de la TVQ au Québec du ministère des Finances du Québec en pourcentage	42
B.2 Dates de publication des prévisions du ministère des Finances du Québec . .	43

B.3	Prévisions du ministère des Finances du Canada un an à l'avance	44
B.4	Prévisions du ministère des Finances du Canada deux ans à l'avance	45
C.1	Prévisions du taux de croissance du revenu de la TVQ pour 2017 et pour 2018	46

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
3.1 Revenu de la TVQ par année de 1981 à 2016 et taux de taxation	17
3.2 Revenu annuel de la TVQ en différence du log de 1981 à 2016 et taux de taxation	19
3.3 Revenus et charges de programmes du gouvernement du Canada de 1967 à 2015	21
3.4 Taux de croissance des revenus et des charges de programmes du gouvernement du Canada de 1968 à 2015	22
C.1 Prévisions un an à l'avance de 2002 à 2016 pour le taux de croissance du revenu de la TVQ au Québec	47
C.2 Prévisions deux ans à l'avance de 2002 à 2016 pour le taux de croissance du revenu de la TVQ au Québec	48
D.1 Dispersion des prévisions du revenu du gouvernement du Canada des modèles à fréquence mixte en terme d'EQM par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada un an à l'avance	50
D.2 Dispersion des prévisions du revenu du gouvernement du Canada des modèles à fréquence mixte en terme d'EQM par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada deux ans à l'avance	51
D.3 Meilleurs modèles pour la prévisions un an à l'avance de 1994 à 2013 pour les revenus du gouvernement du Canada	52
D.4 Meilleurs modèles pour la prévisions deux ans à l'avance de 1994 à 2013 pour les revenus du gouvernement du Canada	53
D.5 Dispersion des prévisions des charges de programmes du gouvernement du Canada des modèles à fréquence mixte en terme d'EQM par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada un an à l'avance	54
D.6 Dispersion des prévisions des charges de programmes du gouvernement du Canada des modèles à fréquence mixte en terme d'EQM par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada deux ans à l'avance	55
D.7 Meilleurs modèles pour la prévision un an à l'avance de 1994 à 2013 pour les charges de programmes du gouvernement du Canada	56

D.8 Meilleurs modèles pour la prévision deux ans à l'avance de 1994 à 2013 pour les charges de programmes du gouvernement du Canada	57
--	----

Résumé

Dans ce mémoire, nous présentons une nouvelle méthode pour améliorer les prévisions de données fiscales annuelles. Celle-ci est fondée sur l'utilisation de données à différentes fréquences d'observations. Soit un modèle de régression fondé sur un échantillonnage de données à fréquence mixte (MIDAS) et sans contrainte (U-MIDAS). Deux nouvelles spécifications de ces derniers modèles sont aussi explorées par l'ajout d'une composante moyenne mobile. Ces méthodes permettent d'examiner l'utilité d'une grande variété d'indicateurs économiques pour prévoir la croissance nominale des revenus et des charges de programmes du gouvernement du Québec et celui du Canada à court et long terme. Les résultats qui en suivent laissent croire que les revenus sont plus faciles à prévoir que les charges de programmes. De plus, les résultats démontrent qu'il est préférable d'opter pour la combinaison des prédictions tirées de plusieurs indicateurs pour améliorer la précision des prévisions, et ce en diminuant la volatilité associée à l'utilisation d'un unique indicateur. En général, la spécification du modèle MIDAS est à privilégier dans notre contexte de petit échantillon — particulièrement à long terme — en comparaison avec les prévisions de référence du ministère des Finances du Québec et celui du Canada.

Mots-clés : Données à fréquence mixte, MIDAS, Prévision de données fiscales, Combinaison de prévisions, Québec, Canada

INTRODUCTION

Depuis les années qui ont suivi la Grande Récession de 2008, ainsi que la crise de la dette grecque, certains économistes de renom, dont Reinhart et Rogoff (2010) ont conclu qu'un ratio de la dette au PIB de plus de 90 % avait des effets néfastes sur le taux de croissance du PIB. Ce type de recommandation fait par des universitaires réputés a eu très certainement des effets directs sur les prises de décisions politiques des gouvernements à travers le monde. Malgré le fait que des erreurs graves auraient été faites au niveau méthodologique (Herndon, Ash et Pollin, 2014), cette étude aura poussé de nombreux gouvernements à appliquer des politiques dites d'austérité dans le but d'équilibrer leurs budgets et ainsi diminuer leur endettement. « Specifically, RR's findings have served as an intellectual bulwark in support of austerity politics. The fact that RR's findings are wrong should therefore lead us to reassess the austerity agenda it self in both Europe and the United States ». ¹ Cette réalité n'échappe pas au Québec, où le gouvernement provincial avait comme objectif de rétablir l'équilibre budgétaire d'ici 2015-2016 par une diminution des dépenses publiques et une hausse des taxes. Cela s'est conclu avec un surplus budgétaire de 1,8 milliard de dollars pour l'année financière 2016-2017. ²

Un problème évident de ce type d'objectif est la capacité du gouvernement à produire de bonnes prévisions des revenus qu'il sera en mesure d'acquérir durant chaque année fiscale. ³

1. Herndon, T., Ash, M., et Pollin, R. (2014). Does high public debt consistently stifle economic growth? A critique of Reinhart and Rogoff. *Cambridge journal of economics*, 38(2), 257-279.

2. Dion, M. (2016, 5 juillet). Québec passe de l'équilibre budgétaire à un surplus de 1,8 G\$ en 2015-2016. Récupéré le 10 juillet 2016 de <http://ici.radio-canada.ca/nouvelles/economie/2016/07/05/004-quebec-gouvernement-budget-surplus-finances.shtml>

3. Ici ne sachant pas comment le ministère des Finances du Québec et celui du Canada procèdent pour

Comme les gouvernements doivent élaborer leurs budgets au début de chaque année fiscale, ceux-ci font face à l'incertitude par rapport aux revenus fiscaux recueillis, particulièrement pour ceux de la taxe à la consommation.⁴ C'est pourquoi, dans le cadre de ce mémoire, on s'intéressera plus particulièrement à la prévision du revenu de la taxe à la consommation au Québec et des revenus et des dépenses du gouvernement du Canada.

Le présent mémoire de maîtrise s'inscrit dans le courant de la prévision de séries fiscales. Son principal objectif est d'évaluer la contribution de méthodes développées récemment qui consistent à utiliser différentes données où leurs fréquences d'observation diffèrent de la série à prévoir. Puisque les séries à prévoir ne sont à notre connaissance que disponibles sur une fréquence annuelle, il est pertinent d'utiliser différentes séries intra-annuelles corrélées avec nos séries à prévoir pour améliorer la qualité des prévisions. Ces méthodes permettent aussi d'actualiser les prévisions durant cette même période au fur et à mesure que de nouvelles observations intra-annuelles sont publiées.

Pour déterminer s'il est judicieux d'utiliser des données à fréquences mixte pour faire la prévision de données fiscales, nous évaluerons empiriquement quatre différents modèles à fréquence mixte. Soit le modèle de données échantillonnal à fréquence mixte (MIDAS) développé par Ghysels, Santa-Clara et Valkanov (2004) avec le polynôme de retard exponentiel d'Almon normalisé (ALMON) et le modèle sans restriction de données échantillonnales à fréquence mixte (U-MIDAS) proposé par Foroni, Marcellino et Schumacher (2015). Ces deux modèles seront aussi modifiés par l'ajout d'une composante moyenne mobile (ALMON-MA et U-MIDAS-MA) qui correspond aux spécifications proposé par Foroni, Marcellino et Stevanovic (2017). En plus de ces spécifications, un modèle autorégressif avec moyenne mobile (ARMA) sera aussi utilisés. De plus, différentes méthodes de combinaisons de prévisions seront testées pour déterminer si différentes spécifications utilisées conjointement sont à pri-

faire la prévision des revenus et des dépenses, nous poserons pour l'instant l'hypothèse que ses prévisions sont bonnes, donc qu'il utilise l'ensemble d'information disponible au moment de faire la prévision.

4. Le revenu de la taxe à la consommation est estimé à 18,9 milliards de dollars pour le budget 2016-2017 sur un revenu total de 102,6 milliards de dollars. Cela en fait la plus grande source de revenus après l'impôt des particuliers (29,6 milliards de dollars) et les transferts fédéraux (20,2 milliards de dollars)(MFQ, 2016).

vilégier relativement à une seule spécification.

Une partie de l'originalité de ce mémoire réside dans la méthode d'évaluation de l'amélioration de la précision des prévisions faites par les modèles à fréquences mixtes utilisés. Nous proposons d'utiliser comme modèle de référence les prévisions historiques faites par le ministère concerné. Soit le ministère des Finances du Québec pour la prévision du revenu de la taxe à la consommation (TVQ) et le ministère des Finances du Canada pour la prévision du revenu et des charges de programmes. Ainsi, nous nous concentrerons à faire un exercice de prévision hors échantillon pour déterminer si des modèles à fréquences mixtes permettent de produire des prévisions plus précises que les ministères les plus à même de les élaborer.

Ce mémoire est divisé comme suit. Le chapitre 1 présente une revue de littérature sur la prévision de données fiscales, et ce plus particulièrement pour les modèles à fréquence mixte. Le chapitre 2 développe le cadre économétrique utilisé dans ce mémoire. Le chapitre 3 est consacré aux données utilisées et, pour finir, le chapitre 4 présente les résultats obtenus et le travail d'analyses.

CHAPITRE I

REVUE DE LA LITTÉRATURE

La littérature concernant la modélisation et la prévision de données fiscales a pris de l'importance depuis la crise de la dette grecque. Pour les autorités en place, la prévision des variables fiscales pourrait permettre une meilleure gestion budgétaire. L'importance de produire de bonnes prévisions le plus tôt possible prend tout son sens actuellement au Québec et au Canada. Car il peut être néfaste pour l'économie et pour les contribuables de voir le gouvernement viser l'équilibre budgétaire au prix de coupures en services publics et de se retrouver finalement avec un surplus budgétaire beaucoup plus élevé que prévu. Ce chapitre est séparé en deux sections, tout d'abord par un survol historique des écrits sur le sujet et ensuite par la présentation de différents modèles économétriques où les données à fréquence mixte qui sont utilisées semblent pertinentes pour répondre à notre question de recherche.

1.1 Historique

Selon Bretschneider et al. (1989) et Grizzle et Klay (1994) les méthodes utilisant le jugement combiné avec des régressions simples seraient préférables à des modèles complexes de séries temporelles. Cela serait dû au fait que le jugement permet au prévisionniste d'ajuster ces prévisions en fonction d'événements que seules les agences nationales de revenus seraient informées (Bretschneider et al., 1989).

Les modèles macroéconomiques structurels sont aussi des outils indispensables pour la préparation des prévisions pour les budgets des États. Comme l'indiquent Leal et al. (2008), ils permettent de garantir la cohérence entre les projections et les effets anticipés de l'activité

économique et des nouvelles politiques fiscales. Par contre, ces modèles ne permettent pas de produire des prévisions détaillées des revenus et des dépenses des gouvernements, car ils sont trop agrégés.

En ce qui concerne la combinaison de prévisions, Stock et Watson (2004) sont d'avis qu'une telle combinaison à l'aide de différentes variables et différents modèles permet d'obtenir des résultats plus précis et robustes qu'un seul modèle.

Fullerton (1989) développe un modèle de prévision composite pour l'État d'Idaho aux États-Unis en vue de faire la prévision trimestrielle de la taxe sur la vente de 1967 à 1985. Pour ce faire, il utilise la méthode de Reinmuth et Geurts (1979) pour déterminer la combinaison de poids pour deux modèles. Ces poids sont obtenus par la régression linéaire de la valeur réelle sur les différentes prévisions.

Selon Fullerton (1989), « when the individual forecasts are unbiased, the constant term is expected to be zero and the sum of the slope coefficients is expected to equal one ». Ainsi, la combinaison linéaire des prévisions devrait donner la valeur observée, ce qui garantirait que les prévisions sont sans biais. Cela permet aussi d'épargner des degrés de liberté en estimant les poids accordés aux deux prévisions, ce qui est utile quand le nombre d'observations est petit d'après Fullerton (1989).

Tout d'abord, le premier modèle estimé par Fullerton (1989) est un modèle autorégressif à retards distribués ($ADL(p_Y^Q, q_X^Q)$)⁵. Le second est un modèle *ARIMA* utilisant la méthodologie de Box-Jenkins. L'un des avantages du modèle *ARIMA* est d'être efficace pour la prévision de séries temporelles avec saisonnalité. Ces deux modèles sont estimés à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) quand la correction pour l'autocorrélation n'est pas nécessaire. Dans le cas contraire, un modèle autorégressif avec moyenne mobile exogène (*ARIMAX*) estimé par la méthode des moindres carrés non linéaires avec correction est utilisé.

5. p_Y^Q signifie le nombre de retards de la variable dépendante trimestrielle et q_X^Q représente le nombre de retards trimestriels de la matrice de variables explicatives X .

Fullerton (1989) calcule les poids optimaux à l'aide de l'estimation des deux modèles dans l'échantillon du premier trimestre de 1967 au quatrième trimestre de 1981. Les poids optimaux obtenus sont par la suite utilisés pour la prévision hors échantillon allant du premier trimestre de 1982 au quatrième trimestre de 1985.

Avec cette méthodologie, Fullerton (1989) obtient de meilleurs résultats hors échantillon que le modèle *ARIMA* par le critère de la racine de l'erreur quadratique moyenne (RMSE). Aussi, le modèle composite surpasse les deux modèles individuellement, et ce avec en moyenne 15,4 % moins d'erreurs de prévision selon le critère RMSE. De plus, le modèle composite est aussi plus précis que les prévisions annuelles faites par l'État d'Idaho pour les années fiscales de 1982 à 1985 en pourcentages d'erreur.

1.2 Les modèles de prévisions avec données à fréquence mixte

De nombreux auteurs affirment que l'utilisation de séries temporelles avec des fréquences d'observations plus élevées pour faire la prévision de séries à plus faible fréquence permet d'améliorer la précision des prévisions. Ces séries à haute fréquence permettent de capter de l'information entre les différentes réalisations de la série à faible fréquence.

Par exemple, Asimakopoulos, Paredes et Warmedinger (2013) utilisent différents modèles à fréquence mixte pour faire la prévision de données fiscales annuelles comme les revenus et les dépenses des gouvernements à l'aide de séries trimestrielles comme données à haute fréquence pour plusieurs pays de la zone euro. Tout d'abord, ils utilisent un modèle qui fait la moyenne selon différentes pondérations des séries à haute fréquence pour qu'elles aient la même fréquence que la série à prévoir. Par la suite, ils utilisent le modèle de données échantillonnal à fréquence mixte (MIDAS) développé par Ghysels, Santa-Clara et Valkanov (2004 et 2007) et Ghysels, Sinko et Valkanov (2007) ainsi que le modèle sans restriction de données échantillonnales à fréquence mixte (U-MIDAS) développé par la suite par Foroni, Marcellino et Schumacher (2011). Leurs résultats en termes du RMSE révèlent que l'approche MIDAS surpasse l'approche U-MIDAS ainsi que les autres spécifications testées. De plus, ils recommandent de faire la prévision des revenus et des dépenses des gouvernements de façon désagrégée et par la suite d'agréger ces prévisions pour obtenir de meilleurs résultats.

Onorante, Pedregal, Pérez et Signorini (2008) présentent un modèle de prévision de données fiscales (revenus, dépenses et déficit gouvernemental) pour plusieurs pays de la zone Euro. À l'aide de séries mensuelles et trimestrielles, ils proposent un modèle espace-état en y incluant une structure de correction d'erreur (ECM). Ils concluent que l'utilisation de séries à haute fréquence permet l'ajout d'informations importantes pour la surveillance et la prévision des budgets annuels. De plus, les auteurs arrivent au constat que prévoir directement le déficit/surplus budgétaire est beaucoup plus efficace que de prévoir le revenu et les dépenses du gouvernement et par la suite agréger les prévisions.

Cimadomo, Giannone et Lenza (2015) montrent à l'aide d'un vecteur autorégressif bayésien à fréquence mixte (MF-BVAR) qu'il est possible d'améliorer la prévision du ratio de l'équilibre budgétaire italien au produit intérieur brut (PIB) de 2004 à 2010 à l'aide du revenu mensuel du gouvernement italien comme série à haute fréquence. Bien que le revenu mensuel du gouvernement soit une série avec une variance élevée (varie beaucoup à travers une année) le modèle MF-BVAR semble extraire de façon efficace l'information contenue dans celle-ci. De plus, les résultats sont très précis même pour les prévisions faites neuf mois avant la publication annuelle du ratio équilibre budgétaire italien au PIB.

Suite à l'article de Asimakopoulou, Paredes et Warmedinger (2013), Ozkan (2014) propose l'ajout de plusieurs indicateurs macroéconomiques à différentes fréquences d'observations, en plus des données fiscales trimestrielles pour faire la prévision des revenus et des dépenses du gouvernement fédéral américain et de 48 États américains. L'auteure explique l'utilité d'utiliser différentes séries à fréquence mixte comme suit :

Since it is not possible in this context to deal with legislative uncertainties, this paper proposes a forecasting procedure that deals with economic uncertainties by employing econometric models incorporating fiscal and macroeconomic indicators sampled at mixed frequencies with annual budget data to predict current federal expenditures and receipts. (*Ibid.*, p.2)

Pour ce faire, Ozkan (2014) teste les capacités de prévoir de deux modèles qui recourent à des données à fréquence mixte par rapport à d'autres modèles qui, eux, utilisent des don-

nées annualisées. Le premier se nomme Augmented Distributed Lag–Mixed Data Sampling (ADL–MIDAS). En suivant les différentes spécifications proposées par Ghysels, Sinko et Valkanov (2007), Ozkan (2014) estime le modèle ADL–MIDAS en régressant la variable dépendante (la variable dépendante est soit les revenus et les dépenses annuels des différents paliers du gouvernement américain) sur les retards de ces mêmes variables en incluant des retards d’une variable à haute fréquence. Cette étape est répétée de façon individuelle pour chaque variable à haute fréquence proposée par l’auteure. Par la suite, une combinaison de prévisions selon la méthode de Stock et Watson (2004) est appliquée sur les modèles ayant offert de meilleurs résultats prévisionnels hors échantillon en minimisant le RMSE.

Le second modèle à fréquence mixte utilisé par Ozkan (2014) est le MF-BVAR (de l’appellation anglaise Bayesian estimation of Mixed Frequency Vector Autoregressions) introduit par Chiu, Eraker, Foerster, Kim et Seoane (2011) mais avec la méthode proposée par Foroni, Ghysels et Marcellino (2013). Ce type de modèle a la double utilité de permettre à la fois l’analyse structurelle et la prévision. Ainsi, Ozkan (2014) arrive aussi à la conclusion que les modèles avec données à fréquence mixte (ADL-MIDAS et MF-BVAR dans ce cas) obtiennent de bien meilleurs résultats que leurs homologues traditionnels à fréquences annuelles (marche aléatoire (RW), processus autorégressif ($AR(p_Y)$), augmented distributed lag ($ADL(p_Y, p_X)$) et bayesian vector autoregressions (BVAR)). De plus, le modèle MF-BVAR permettrait d’avoir de meilleurs résultats pour la prévision du revenu tandis que l’approche ADL-MIDAS serait plus précise pour la prévision des dépenses.

Le présent mémoire s’inscrit donc dans le même courant, soit de faire la prévision du revenu de la taxe à la consommation pour la province de Québec (TVQ), ainsi que les revenus et dépenses agrégés du gouvernement canadien. À l’aide des différents modèles présentés plus haut, l’objectif est d’évaluer la contribution des modèles utilisant des données à fréquence mixte pour améliorer la précision des prévisions de ces séries fiscales.

CHAPITRE II

CADRE ÉCONOMÉTRIQUE

Dans ce chapitre, nous développerons la spécification des modèles économétriques et la méthodologie qui sera utilisée pour faire la prévision des séries fiscales. Premièrement, la spécification pour les différents modèles à fréquence mixte, soit le modèle ADL-MIDAS avec et sans composante moyenne mobile selon différentes formes du polynôme de retard, sera explicité. Deuxièmement, le modèle de référence sera précisé. Par la suite, nous discuterons de l'utilité d'utiliser des méthodes de combinaison de prévisions. Pour finir, les méthodes d'estimation selon les différents modèles ainsi que le critère d'évaluation des prévisions seront expliqués. La méthodologie est basée sur celle proposée par Ghysels et Ozkan (2015).

2.1 Modèles à fréquence mixte

2.1.1 Le modèle ADL-MIDAS

Le premier modèle MIDAS développé par Ghysels, Santa-Clara et Valkanov (2004) permet de régresser la variable à basse fréquence sur une autre variable à plus haute fréquence. En revanche, il est pertinent de rajouter au modèle MIDAS de base un terme autorégressif de la variable dépendante à basse fréquence. Le type de modèle MIDAS qui sera utilisé dans le présent mémoire est donc le modèle ADL-MIDAS(p_Y^A, q_X^Q). La prévision h périodes à l'avance est définie comme suit :

$$Y_{t+h}^A = C + \sum_{j=0}^{p_Y^A-1} \alpha_{j+1} Y_{t-j}^A + \beta \sum_{j=0}^{q_X^Q-1} \sum_{i=0}^{N_Q-1} w_{i+j*N_Q}(\theta^Q) X_{N_Q-i, t-j}^Q + u_{t+h}, \quad (2.1)$$

où Y_{t+h}^A représente la variable à basse fréquence (dans notre cas annuelle), C la constante et $\sum_{j=0}^{p_y^A-1} \alpha_{j+1} Y_{t-j}^A$ dénote l'utilisation d'une composante autorégressive de la variable dépendante. Lorsque celle-ci est autocorrélée, comme c'est typiquement le cas dans le cadre de série temporelle, cela permet l'ajout d'informations pour faire la prévision de Y_{t+h}^A . N_Q désigne les retards trimestriels de la variable à haute fréquence X^Q . Pour estimer le modèle on suppose que $\sum_{j=0}^{q_x^Q-1} \sum_{i=0}^{N_Q-1} w_{i+j*N_Q}(\theta^Q) = 1$. Cette forme du polynôme de poids permet de déterminer l'effet de la variable à haute fréquence sur la variable dépendante à basse fréquence. La seconde sommation permet d'inclure d'avantage de retards de X^Q . Ghysels, Sinko et Valkanov (2007) proposent différentes formes pour le polynôme de poids. Cela demande par conséquent différentes méthodes d'estimation.

2.1.2 Paramétrisation du polynôme de poids w_i

La section qui suit développera les différentes paramétrisations du polynôme de poids qui seront utilisé. Ces paramétrisations ont été discutées dans plusieurs articles comme celui de Foroni et Marcellino (2013) qui présentent une revue exhaustive des différentes méthodes économétriques pour l'estimation des données à fréquence mixte.

1. U-MIDAS

Foroni, Marcellino et Schumacher (2015) présentent l'approche U-MIDAS comme étant bénéfique quand la fréquence d'observation entre les deux séries est petite, comme pour le cas d'une série trimestrielle avec une série mensuelle. « Si la fonction de réponse n'est pas persistante et que seulement quelques retards de la série à haute fréquence sont nécessaires pour capturer les poids, un polynôme linéaire sans contrainte pourrait suffire à l'estimation. »⁶ La méthode des MCO peut directement être appliquée sous la forme suivante :

$$Y_{t+1}^A = C + \sum_{i=0}^{N_Q-1} \beta_j X_{N_Q-i,t}^Q + u_{t+1}. \quad (2.2)$$

L'avantage est que la méthode d'estimation est simple car elle ne fait aucune hypothèse

6. Traduction libre.

sur le poids qui doit être accordé à chacun des retards trimestriels. Par contre, l'approche U-MIDAS peut entraîner une prolifération de paramètres à estimer ce qui est problématique quand l'échantillon est petit.

2. Le polynôme de retard exponentiel d'Almon normalisé

Cette spécification a été montrée comme étant la plus générale par Ghysels, Sinko et Valkanov (2007), car en plus d'être flexible et de pouvoir prendre différentes formes, elle ne nécessite la paramétrisation que de deux variables : θ_1 et θ_2 .⁷

$$w_i = w_i(\theta_1, \theta_2) = \frac{e^{\theta_1 i + \theta_2 i^2}}{\sum_{i=1}^N e^{\theta_1 i + \theta_2 i^2}}, \quad (2.3)$$

où N représente le nombre maximal de retards de la série à haute fréquence inclus. Le polynôme de retard n'ayant pas une forme linéaire, la méthode des moindres carrés non-linéaires (MCN) doit être utilisée pour estimer les paramètres $(C, \alpha, \beta, \theta)$. Ce modèle sera nommé ALMON tout au long du présent mémoire.

2.1.3 Le modèle ADL-MIDAS avec composante moyenne mobile

Foroni, Marcellino et Stevanovic (2017) ont proposé un nouveau type de modèles. Ils montrent que le processus stochastique univarié de la variable à basse fréquence est susceptible de comporter une composante moyenne mobile. Par conséquent, ils suggèrent d'ajouter la partie moyenne mobile aux modèles ADL-MIDAS :

$$Y_{t+h}^A = C + \sum_{j=0}^{p_y^A-1} \alpha_{j+1} Y_{t-j}^A + \beta \sum_{j=0}^{q_x^Q-1} \sum_{i=0}^{N_Q-1} w_{i+j*N_Q}(\theta^Q) X_{N_Q-i, t-j}^Q + \sum_{j=0}^{q_y^A-1} \gamma_{j+1} u_{t-j}^A + u_{t+h}. \quad (2.4)$$

Le polynôme qui lui est associé peut prendre la même forme que ceux utilisés pour le modèle ADL-MIDAS défini précédemment. Par contre, la méthode des MCN doit être utilisée même avec l'approche U-MIDAS. L'ajout de cette composante est motivé par les bons résultats qu'obtiennent les modèles qui l'incorporent pour prévoir les indices de prix. Compte tenu

7. Poser $\theta_1 = \theta_2 = 0$ est équivalent à supposer un poids égal pour tout les retards utilisés.

que la croissance des revenus nominaux de la TVQ est intimement liée à la croissance des prix dans l'économie, nous pensons que son inclusion améliorera nos résultats. Nous nommerons ces modèles ALMON-MA quand le modèle ALMON se voit inclure la composante moyenne mobile et U-MIDAS-MA quand celle-ci est ajoutée au modèle U-MIDAS.

2.2 Modèles de références

Pour déterminer si l'utilisation d'un modèle de prévision à fréquence mixte permet d'améliorer la prévision annuelle de nos séries fiscales, il est nécessaire de le comparer à des modèles à fréquence annuelle. Dans notre cas, un modèle autorégressif avec moyenne mobile (ARMA(p, q)) sera utilisé :

$$Y_{t+h}^A = C + \sum_{j=0}^{p_y^A-1} \alpha_{j+1} Y_{t-j}^A + \sum_{i=0}^{q_u^A-1} \gamma_{i+1} u_{t-i}^A + u_{t+h}. \quad (2.5)$$

De plus, nous comparerons les modèles aux prévisions que publient dans leurs budgets respectifs le ministère des Finances du Québec et le ministère des Finances du Canada, et ce, pour un horizon d'un an et de deux ans. Sachant que l'objectif de ce mémoire est d'améliorer la précision des prévisions de séries fiscales, il est pertinent de comparer nos prévisions à celles que publient les autorités concernées.

2.3 Combinaisons de prévisions

Étant donné que différentes structures de modélisation et différents régresseurs sont utilisés pour faire la prévision du revenu de la TVQ, il est pertinent d'utiliser des méthodes de combinaisons de prévisions. Selon Timmermann (2006), la combinaison de prévisions peut permettre d'obtenir des prévisions plus robustes, car des modèles individuels peuvent comporter des biais de variables omises. De plus, cela permettrait d'obtenir de meilleurs résultats en présence de bris structurel par rapport à des prévisions individuelles qui peuvent être affectées différemment par ceux-ci. Compte tenu qu'un seul régresseur à haute fréquence est utilisé en plus de la variable à prévoir pour que le modèle soit le plus parcimonieux possible, il est probable que les estimateurs aient un biais de variables omises. Cela est d'autant plus

important, sachant ce risque, d'utiliser des méthodes de combinaison de prévisions.

Dans notre cas, les prévisions moyennes et médianes seront calculées par rapport aux quatre différentes spécifications des modèles à fréquence mixte. Donc la prévision hors échantillon est faite pour chaque modèle avec une série à haute fréquence à la fois. Cela consiste à séparer l'ensemble de nos données disponibles en deux périodes. Par la suite, le premier échantillon sert à estimer les paramètres de nos modèles. Pour finir, la prévision est faite pour la période suivante à l'aide des nouvelles informations disponibles. Cet exercice est fait au fur et à mesure que l'on avance dans le temps dans le second échantillon. Suite à l'exercice de prévision, la moyenne et la médiane des prévisions d'un modèle spécifique sont ensuite calculées. Ces deux méthodes sont utilisées abondamment dans la littérature et en pratique. Notamment lors de sondages fait auprès de prévisionnistes du milieu académique et privé.

2.4 Critère d'évaluation des prévisions

Comme mesure de la précision de la prévision, l'erreur quadratique moyenne (EQM) pour chacun des modèles j selon l'horizon sera calculées pour les N prévisions hors échantillon, puis divisée par la même mesure, mais pour la prévision du ministère des Finances du Québec ou celui du Canada selon le cas. Si le résultat obtenu est plus petit que 1, cela signifie que les prévisions faites par le ministère des Finances du Québec ou du Canada sont moins précises en moyenne que le modèle concurrent. À l'inverse si le résultat obtenu est plus grand que 1, alors les prévisions faites par le ministère des Finances du Québec ou du Canada sont plus précises en moyenne que le modèle concurrent.

$$\frac{EQM^j}{EQM^M} = \frac{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (Y_{t+i} - \hat{Y}_{t+i}^j)^2}{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (Y_{t+i} - \hat{Y}_{t+i}^M)^2}. \quad (2.6)$$

CHAPITRE III

LES DONNÉES

3.1 Cas du Québec

Dans cette section, il sera question des différentes données utilisées pour faire la prévision de la TVQ. Toutes les données couvrent la période fiscale de 1980-1981 à 2015-2016 et elles ont une fréquence d'observation annuelle pour le revenu de la TVQ et trimestrielle pour les autres séries.⁸ De plus, les résultats des tests de stationnarité seront effectués et présentés.

Tout d'abord, le modèle ADL-MIDAS présenté dans le précédent chapitre peut potentiellement utiliser différentes fréquences d'observations. Les séries à haute fréquences utilisées proviennent de Statistique Canada, de l'Institut de la statistique du Québec et de la FRED de St. Louis.⁹ Toutes les données descriptives sont désaisonnalisées, excepté les indices de prix et le taux de change entre le Canada et les États-Unis.

La série à prévoir, soit le revenu de la TVQ, qui est observée à basse fréquence (annuellement) est disponible dans les budgets antérieurs du gouvernement du Québec via le site internet du ministère des Finances du Québec. Les années budgétaires allant de 1997-1998 à 2015-2016 sont disponibles au tableau F.3 du document *Renseignements additionnels 2016 - 2017* du budget 2016-2017. Pour les années antérieures c'est-à-dire de 1972-1973 à 1996-1997 il faut récupérer les données les plus actualisées dans les anciens budgets du ministère des Finances

8. Les données associées au revenu de la TVQ peuvent être obtenues depuis 1961. Par contre, plusieurs régresseurs comme le PIB ne sont disponibles que depuis 1981.

9. Les sources et les statistiques descriptives des séries se retrouvent en Annexe A.

du Québec.

3.1.1 Stationnarité des données

La méthode utilisée pour savoir si nos séries sont stationnaires est la forme augmentée du test de Dickey-Fuller (1979) (ADF). La procédure de Campbell et Perron (1991) sera aussi utilisée pour déterminer le nombre de retards à inclure dans le test ADF et la procédure de Schwert (1989) est utilisée pour sélectionner le nombre maximal de retards à prendre.¹⁰ La forme générale du test ADF est la suivante :

$$\Delta Y_t = \mu + \beta t + \alpha Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Y_{t-i} + \epsilon_t. \quad (3.1)$$

La loi du test dépend du nombre de termes déterministes inclus, car la loi asymptotique de la statistique t est non standard. L'inclusion de la constante μ dans le test signifie que la série varie autour d'une constante potentiellement différente de zéro. Si la série suit une tendance déterministe, le paramètre βt est inclus. L'hypothèse nulle et l'hypothèse alternative du test sont :

$$H_0 : \alpha = 0 \quad (\text{non-stationnaire}),$$

$$H_a : \alpha < 0 \quad (\text{stationnaire}).$$

La figure 3.1 illustre bien la non-stationnarité de la série à prévoir. Le tableau 3.1 présente les résultats obtenus pour le test ADF pour toutes les séries en niveau.

10. $p_{max} = \lceil 12(\frac{T}{100})^{\frac{1}{4}} \rceil$, où T est le nombre d'observations.

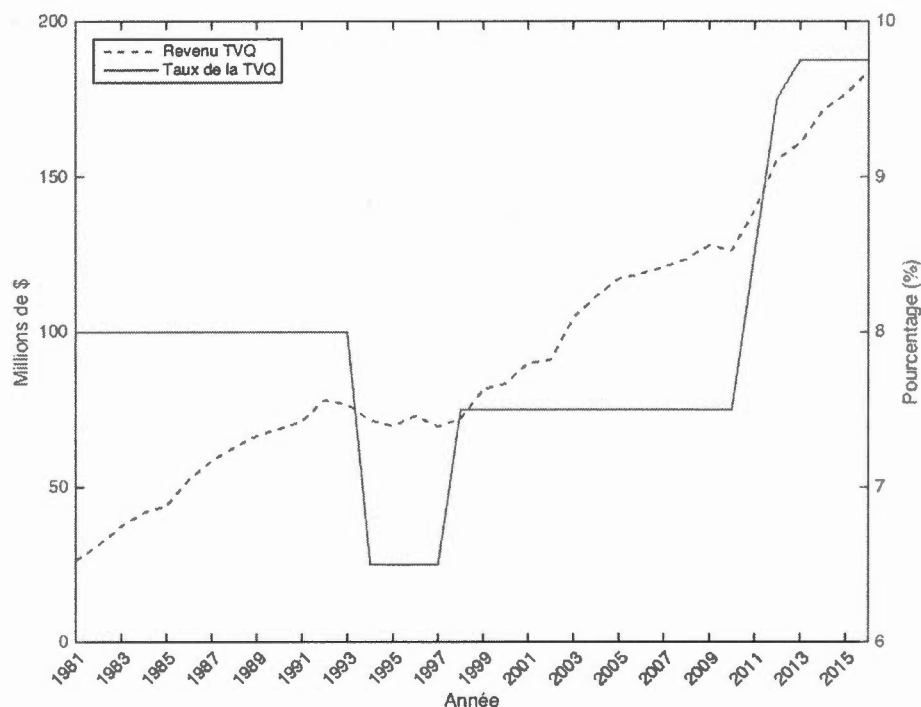


Figure 3.1: Revenu de la TVQ par année de 1981 à 2016 et taux de taxation

Note : Du 1^{er} juillet 1992 au 12 mai 1994 le taux de 8 % s'appliquait à la fourniture de biens meubles corporels (incluant l'électricité et le gaz) et à la fourniture de services de téléphonie ou de télécommunication. La fourniture de ces biens et de ces services était déjà une fourniture taxable avant l'entrée en vigueur de la TVQ. Le taux de 4 % s'appliquait à la fourniture de services (excluant les services de téléphonie ou de télécommunication), de même qu'à la fourniture de biens immeubles et de biens meubles incorporels. La fourniture de ces biens et de ces services est devenue une fourniture taxable avec l'entrée en vigueur de la TVQ. C'est à partir du 13 mai 1994 que la TVQ devient harmonisée à 6,5 %. *Source :* <http://www.revenuquebec.ca/fr/entreprises/taxes/tpstvhtvq/reglesdebase/historiquetauxtpstvq.aspx>.

Tableau 3.1: Tests ADF pour les séries en niveau

Série	Retards	Statistique t	Valeur-p
Revenu TVQ annuel	0	-0.1465	0.9919
Taux de change (EXCAUS)	6	-2.0223	0.5789
IPC ⁴ urbain américain total (CPIAUCNS)	11	-2.5708	0.3116
IPC urbain américain excluant les aliments et l'énergie (CPILFENS)	10	-2.2645	0.4608
IPC total canadien	4	-2.5391	0.3269
IPC total canadien excluant huit des composantes les plus volatiles	4	-2.4029	0.3933
IPC total canadien excluant les aliments	4	-2.2760	0.4552
IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie	9	-2.1567	0.5134
IPC total canadien excluant l'énergie	4	-2.5206	0.3359
IPC total québécois	4	-2.7126	0.2422
IPC total québécois excluant les aliments	2	-3.1023	0.1105
IPC total québécois excluant les aliments et l'énergie	12	-2.3144	0.4365
IPC total québécois excluant l'énergie	5	-2.5372	0.3278
Dépenses de consommation finale des ménages québécois	9	-0.8719	0.9551
Produit intérieur brut aux prix du marché au Québec	1	-1.4423	0.8438
Population active au Québec	8	-2.0563	0.5623
Emploi au Québec	13	-2.1099	0.5361
Emploi à temps plein au Québec	12	-2.8575	0.1802
Emploi à temps partiel au Québec	12	-2.5069	0.3427
Chômage au Québec	12	-3.2927	0.0723
Épargne nette des ménages québécois	11	-0.9029	0.9516
Revenu disponible des ménages québécois	1	0.2455	0.9976
Taux de chômage au Québec	12	-3.3964	0.0566

Note : Un seuil de significativité de 5 % est utilisé pour la méthode Campbell et Perron (1991) pour déterminer le nombre de retards nécessaire.

La figure 3.2 illustre le taux de croissance du revenu annuel de la TVQ et le tableau 3.2 présente les résultats obtenus pour les tests ADF. Les séries sont transformées par la différence du logarithme à l'exception du taux de chômage au Québec où seulement la différence est faite. De plus, la tendance déterministe n'est pas incluse dans le test.

4. Indice des prix à la consommation.

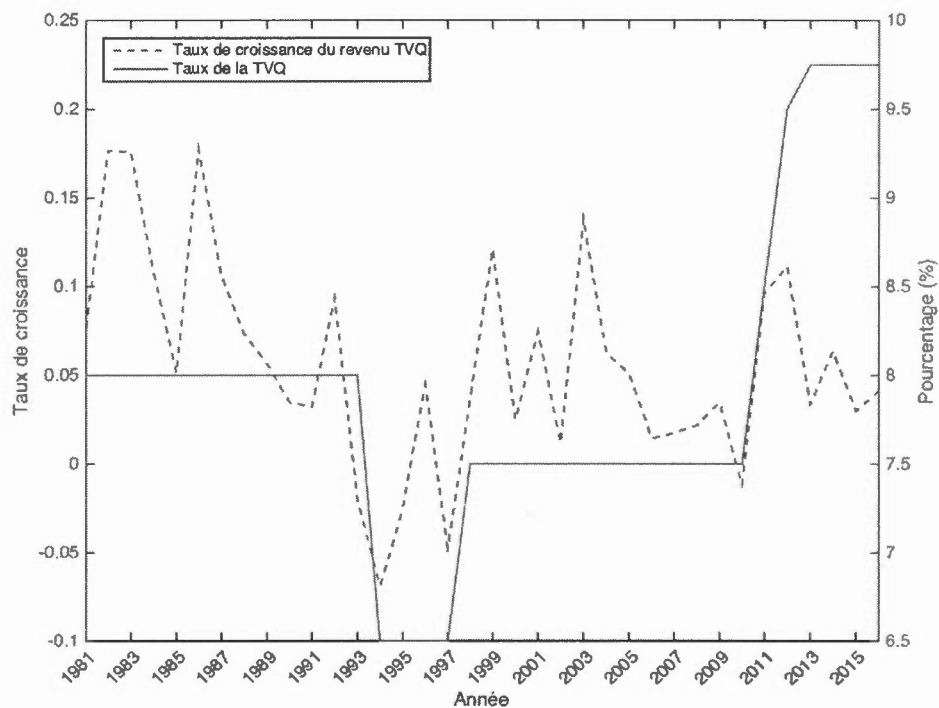


Figure 3.2: Revenu annuel de la TVQ en différence du log de 1981 à 2016 et taux de taxation

Tableau 3.2: Tests ADF pour les séries transformées

Série	Retards	Statistique t	Valeur-p
Revenu TVQ annuel	0	-4.2922	0.0019
Taux de change (EXCAUS)	5	-4.0520	0.0022
IPC urbain américain total (CPIAUCNS)	9	-6.1086	0.0010
IPC urbain américain excluant les aliments et l'énergie (CPILFENS)	6	-9.4895	0.0010
IPC total canadien	3	-4.9918	0.0010
IPC total canadien excluant huit des composantes les plus volatiles	3	-4.4885	0.0010
IPC total canadien excluant les aliments	7	-3.3956	0.0132
IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie	12	-5.3459	0.0010
IPC total canadien excluant l'énergie	3	-3.8395	0.0039
IPC total québécois	3	-4.4064	0.0010
IPC total québécois excluant les aliments	3	-4.6402	0.0010
IPC total québécois excluant les aliments et l'énergie	5	-4.1668	0.0012
IPC total québécois excluant l'énergie	6	-3.7038	0.0052
Dépenses de consommation finale des ménages québécois	7	-8.2167	0.0010
Produit intérieur brut aux prix du marché au Québec	4	-2.9816	0.0393
Population active au Québec	7	-2.9989	0.0377
Emploi au Québec	12	-3.0166	0.0362
Emploi à temps plein au Québec	13	-3.4402	0.0117
Emploi à temps partiel au Québec	11	-3.1687	0.0244
Chômage au Québec	12	-3.2433	0.0199
Épargne nette des ménages québécois	10	-3.0029	0.0374
Revenu disponible des ménages québécois	5	-9.6846	0.0010
Taux de chômage au Québec	11	-2.9851	0.0391

Note : Il est à noter que les séries sont transformées par la différence du logarithme à l'exception du taux de chômage au Québec où seulement la différence est faite. De plus, cinq séries n'étant pas stationnaire à un seuil de 9% suite à la transformation par la différence du logarithme une double différence du logarithme est faite. Soit l'IPC urbain américain total, l'IPC urbain américain excluant les aliments et l'énergie, l'IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie, les dépenses de consommation finale des ménages québécois et le revenu disponible des ménages québécois.

Pour les séries en niveau aucune d'entre elles ne satisfait le critère de stationnarité selon le test ADF. Suite à la transformation des séries, chacun des tests rejettent l'hypothèse nulle de racine unitaire en faveur de l'hypothèse alternative.

3.2 Cas du Canada

Pour le cas canadien, l'objectif est de faire la prévision des revenus et des charges de programmes du gouvernement du Canada.¹¹ Ces séries couvrent la période budgétaire de 1966-1967 à 2015-2016 et sont observées annuellement comme l'illustre la figure 3.3 pour les séries en niveau et la figure 3.4 pour ces mêmes séries transformées en taux de croissance.

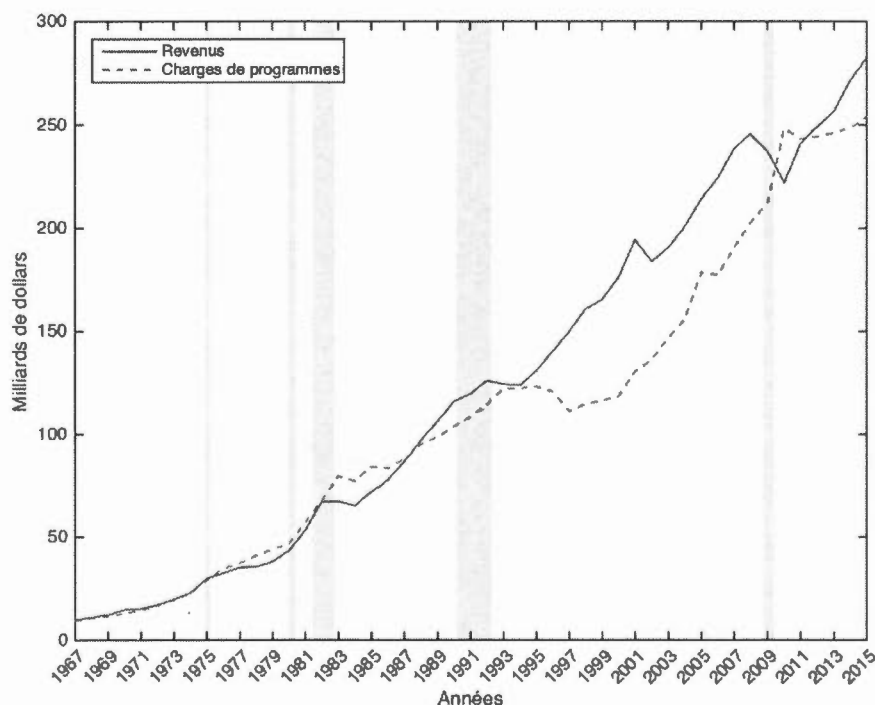


Figure 3.3: Revenus et charges de programmes du gouvernement du Canada de 1967 à 2015

Note : Les zones grises indiquent les périodes de récessions au Canada selon l'Institut C.D. Howe.

11. Les données sont disponibles directement sur le site internet du ministère des Finances du Canada.

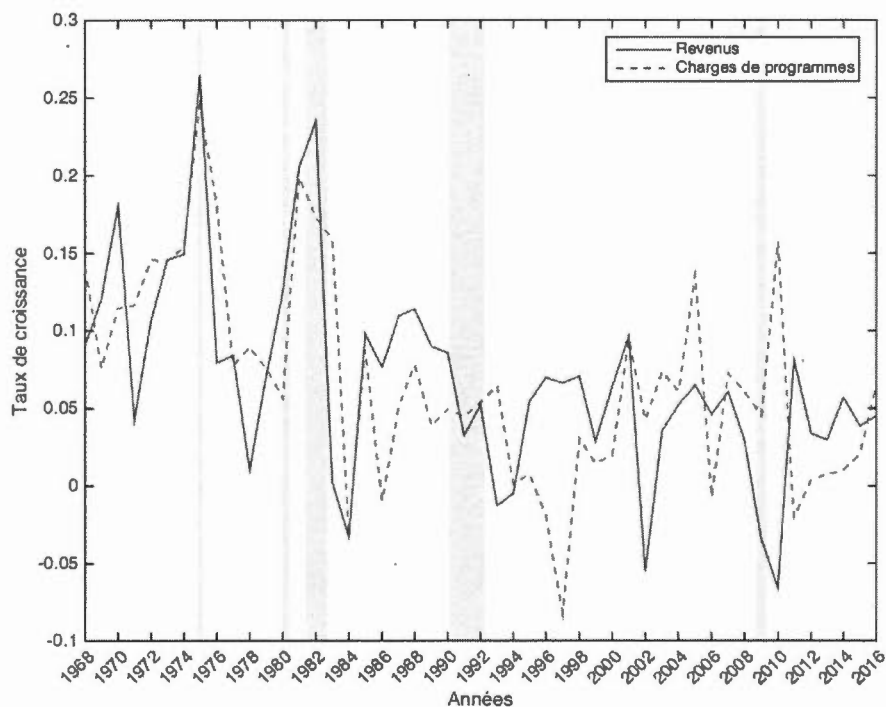


Figure 3.4: Taux de croissance des revenus et des charges de programmes du gouvernement du Canada de 1968 à 2015

Note : Les zones grises indiquent les périodes de récessions au Canada selon l'Institut C.D. Howe.

Les séries à haute fréquence utilisées sont les données trimestrielles canadiennes utilisées dans l'article de Boivin, Giannoni et Stevanović (2009). Elles couvrent la période du premier trimestre de 1969 au second trimestre de 2012.¹² Les 86 séries sont stationnarisées selon le code présenté en annexe A.

12. Ces séries ne sont plus publiées par Statistique Canada. La méthode de calcul de ces séries ayant changé, Statistique Canada n'a reproduit ces séries que pour le début des années quatre-vingt à aujourd'hui.

CHAPITRE IV

ANALYSE DES RÉSULTATS

Dans ce chapitre, nous décrirons les résultats de nos modèles pour faire la prévision du revenu de la TVQ et des revenus et des charges de programmes du gouvernement canadien. Dans un premier temps, nous définirons l'hypothèse qui est faite sur la disponibilité des données. Ensuite, nous expliciterons certaines spécifications de nos modèles. Puis, nous analyserons les résultats des prévisions des modèles.

4.1 Conception des prévisions

Tout d'abord, il est important d'expliquer clairement l'hypothèse qui est faite sur la disponibilité des données.¹³ Toutes les séries trimestrielles débutent au premier trimestre de 1981 et se terminent au quatrième trimestre de 2015. Par exemple, les données sont disponibles le premier jour du quatrième mois de 1981 pour le premier trimestre, le premier jour du septième mois de 1981 pour le second trimestre, le premier jour du dixième mois pour le troisième trimestre de 1981 et le premier jour de janvier 1982 pour le quatrième trimestre de 1981. Quant au revenu de la TVQ, nous procédons de façon similaire. Soit le revenu de la TVQ pour l'année fiscale de 1981-1982 est disponible le premier jour du mois de janvier 1982.

Les détails pour la prévision de la TVQ vont comme suit. Les données couvrent les années fiscales de 1980-1981 à 2015-2016 ce qui représente 36 observations annuelles pour le revenu

13. La même hypothèse est faite dans le cas de la prévision des revenus et des charges de programmes du gouvernement canadien.

de la TVQ. Les modèles à fréquences mixtes sont estimés en échantillon à partir du revenu observé début 1986 (qui correspond aux revenus cumulés durant l'année 1985).¹⁴ La première estimation se termine donc début 2001 pour faire la prévision hors échantillon du revenu début 2002, quand l'horizon de prévision est d'un an. Quand l'horizon de prévision est de deux ans, l'estimation débute en 1985 et se termine en 2000 pour que l'estimation de chaque échantillon soit de la même taille, peu importe l'horizon de prévision. La méthode de la fenêtre extensive¹⁵ est pratiquée avec un horizon de prévision directe d'un an et de deux ans. Chaque modèle avec chaque série à haute fréquence fait la prévisions hors échantillon de l'année fiscale de 2001-2002 à 2015-2016 inclusivement.

Chaque modèle utilise neuf retards de la variable à haute fréquence ainsi qu'un retard de la variable à prévoir. En général, il est commun d'utiliser un critère de sélection comme le critère Bayes (*BIC*) pour choisir la spécification d'un modèle avant de faire la prévision. Par contre, l'approche MIDAS avec le polynôme d'Almon ne nécessite pas d'avoir recours à un critère de sélection comme le *BIC*, car par sa forme il n'accordera pas d'importance (proche de zéro pour le poids relatif) aux retards non corrélés avec la variable dépendante. Donc, pour ne pas avantager ou désavantager aucun des autres modèles, nous utilisons le même nombre de régresseurs.

Les détails concernant l'exercice de prévision hors échantillon des revenus et des charges de programmes du gouvernement du Canada sont les mêmes que ceux pour la prévision du revenu de la TVQ. Par contre, les données couvrent les années fiscales de 1969-1970 à 2012-2013 et l'échantillon total contient 44 observations annuelles. De plus, la période d'évaluation hors échantillon commence à l'année fiscale 1993-1994 et se termine à l'année fiscale 2012-2013.

14. Les estimations débutent en 1986, car certaines séries ont dû être différenciées deux fois pour qu'elles soient stationnaires. De plus, étant donné que neuf retards de la variable à haute fréquence sont utilisés pour chaque estimation cela équivalait à perdre un peu plus de deux ans d'observations.

15. La méthode de fenêtre extensive signifie qu'après la première estimation et prévision nous intégrons les nouvelles informations disponibles h période en avance en plus de celles utilisées précédemment pour faire la seconde estimation et la prévision et ainsi de suite. Donc l'échantillon est de plus en plus grand.

4.2 Prévision du revenu de la TVQ

Le tableau 4.1 et le tableau 4.2 présentent les EQM des différents modèles pour des horizons d'un et de deux ans, par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Québec du revenu annuel de la TVQ.

Tableau 4.1: EQM pour la prévision hors échantillon un an à l'avance selon les séries et les modèles par rapport à l'EQM du ministère des Finances du Québec ainsi que l'EQM de la combinaison de prévisions moyenne et médiane

	U-MIDAS	U-MIDAS-MA	ALMON	ALMON-MA	ARMA(1,1)
Séries	EQM	EQM	EQM	EQM	EQM
Taux de change	4.3362	7.3255	1.3449	1.9940	1.0906
IPC urbain américain total	2.7116	3.8073	1.0537	1.2472	1.0906
IPC urbain américain excluant les aliments et l'énergie	1.7624	2.2819	0.9172	1.5266	1.0906
IPC total canadien	2.0575	2.6368	1.0820	1.0187	1.0906
IPC total canadien excluant huit des composantes les plus volatiles	1.8143	1.5150	1.1015	1.4067	1.0906
IPC total canadien excluant les aliments	3.3061	3.5912	1.0481	1.2965	1.0906
IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie	1.3506	0.9088	1.0924	0.7057	1.0906
IPC total canadien excluant l'énergie	1.0836	1.4594	1.2946	1.8378	1.0906
IPC total québécois	1.8716	2.0385	1.2031	1.0965	1.0906
IPC total québécois excluant les aliments	2.3527	2.7819	1.0743	1.1766	1.0906
IPC total québécois excluant les aliments et l'énergie	1.5481	0.9405	1.0956	1.1035	1.0906
IPC total québécois excluant l'énergie	0.9871	0.9521	1.0224	1.1153	1.0906
Dépenses de consommation finale des ménages québécois	2.5765	2.3439	1.2281	1.4983	1.0906
Produit intérieur brut aux prix du marché au Québec	1.2798	1.8831	1.0305	0.8859	1.0906
Population active au Québec	1.8763	2.9911	0.9822	1.1433	1.0906
Emploi au Québec	3.8097	2.7271	1.1264	0.9001	1.0906
Emploi à temps plein au Québec	0.8372	1.0480	1.0179	0.8704	1.0906
Emploi à temps partiel au Québec	1.6178	3.4177	0.9183	1.4867	1.0906
Chômage au Québec	3.0566	4.4936	1.3120	2.3450	1.0906
Épargne nette des ménages québécois	11.1573	16.7037	1.7369	5.4048	1.0906
Revenu disponible des ménages québécois	1.5749	1.3529	1.0968	1.2779	1.0906
Taux de chômage au Québec	2.8465	3.5209	1.7396	2.3538	1.0906
Moyenne	0.9361	0.9186	1.0071	1.0008	-
Médiane	0.8434	0.8453	1.0040	1.0432	-

Note : Les résultats en gras représentent les meilleurs modèles individuels.

Tableau 4.2: EQM pour la prévision hors échantillon deux ans à l'avance selon les séries et les modèles par rapport à l'EQM du ministère des Finances du Québec ainsi que l'EQM de la combinaison de prévisions moyenne et médiane

	U-MIDAS	U-MIDAS-MA	ALMON	ALMON-MA	ARMA(1,1)
Séries	EQM	EQM	EQM	EQM	EQM
Taux de change	2.3639	4.4958	0.8820	2.4098	2.2048
IPC urbain américain total	2.6070	2.8166	0.8722	2.6333	2.2048
IPC urbain américain excluant les aliments et l'énergie	1.6554	1.7105	0.6638	1.1462	2.2048
IPC total canadien	2.1160	2.9396	0.7140	1.4485	2.2048
IPC total canadien excluant huit des composantes les plus volatiles	1.3489	1.9055	0.6781	2.1358	2.2048
IPC total canadien excluant les aliments	2.0485	2.5674	0.7361	1.7325	2.2048
IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie	1.2992	2.2594	0.5088	1.2343	2.2048
IPC total canadien excluant l'énergie	1.6692	1.9864	0.7008	1.7520	2.2048
IPC total québécois	2.0173	1.4881	0.9427	2.0944	2.2048
IPC total québécois excluant les aliments	1.5712	2.1413	0.9776	2.2500	2.2048
IPC total québécois excluant les aliments et l'énergie	1.1243	2.8355	0.7082	2.0234	2.2048
IPC total québécois excluant l'énergie	1.2494	1.7049	1.0027	2.7555	2.2048
Dépenses de consommation finale des ménages québécois	1.7683	3.2308	0.7719	1.2570	2.2048
Produit intérieur brut aux prix du marché au Québec	1.8444	3.9464	1.2002	3.3108	2.2048
Population active au Québec	1.8581	1.0137	0.6065	2.1037	2.2048
Emploi au Québec	1.3964	1.5445	0.6707	1.7755	2.2048
Emploi à temps plein au Québec	1.2983	1.3482	0.5837	1.7563	2.2048
Emploi à temps partiel au Québec	1.2172	1.4365	0.5285	0.7243	2.2048
Chômage au Québec	2.0062	3.6543	0.9191	2.0562	2.2048
Épargne nette des ménages québécois	7.5754	13.8369	1.0627	1.5129	2.2048
Revenu disponible des ménages québécois	2.2190	3.2083	0.9866	2.5833	2.2048
Taux de chômage au Québec	1.7984	3.1758	0.7589	1.2365	2.2048
Moyenne	0.6552	0.7712	0.6396	1.4301	-
Médiane	0.7547	0.6859	0.6987	1.8559	-

Note : Les résultats en gras représentent les meilleurs modèles individuels.

Le tableau 4.1 indique que l'IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie comme régresseur à haute fréquence pour le modèle ALMON-MA est la meilleure spécification pour le revenu de la TVQ un an à l'avance avec un ratio de 0.7057. La combinaison de prévisions à l'aide de la prévision médiane pour l'ensemble des régresseurs pour le modèle U-MIDAS donne les meilleurs résultats pour la combinaison de prévisions. Le modèle $ARMA(1,1)$ n'arrive pas quant à lui à battre les prévisions du ministère des Finances du Québec en moyenne un an à l'avance avec un ratio de 1.0906.

En ce qui concerne les prévisions deux ans à l'avance, le tableau 4.2 indique aussi que l'IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie est le régresseur à haute fréquence ayant le plus de pouvoir prédictif pour le revenu de la TVQ. Par contre, c'est le modèle ALMON qui

offre le meilleur résultat. De plus, la combinaison de prévisions à l'aide de la prévision médiane pour l'ensemble des régresseurs avec le modèle ALMON donne aussi de bons résultats. Pour sa part, le modèle $ARMA(1, 1)$ offre de piètre résultat avec un ratio de 2.2048. Les modèles ADL-MIDAS offrent donc de meilleurs résultats en général. Il est à noter que même si les régresseurs comme le taux de change et l'épargne sont exclus de la combinaison de prévisions pour les deux horizons de prévision, les résultats obtenus sont moins bons.

Le tableau C.1 en annexe C présente les prévisions du taux de croissance du revenu de la TVQ pour 2017 et pour 2018. Les modèles utilisés sont ceux ayant le mieux performé dans l'exercice de prévision hors échantillon et qui est illustré à la figure C.1 et la figure C.2 en annexe C ainsi que les prévisions historiques du ministère des Finances du Québec. Nous ajoutons aussi les prévisions du ministère des Finances publiées dans *Le plan économique du Québec* en mars 2016. La dernière estimation est en date du premier janvier 2016, où les variables explicatives les plus récentes sont observées le quatrième trimestre de 2015.

Fait intéressant, les prévisions un an à l'avance pour le modèle ALMON-MA avec l'IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie comme régresseur à haute fréquence sont les plus précises sept fois sur quinze. Les prévisions médianes pour le modèle U-MIDAS-MA sont les plus justes trois fois sur quinze. Tandis que les prévisions du ministère le sont cinq fois sur quinze. Pour un horizon de prévision de deux, le modèle ALMON avec l'IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie est le plus précis cinq fois sur quinze, cinq fois sur quinze pour les prévisions moyennes pour le modèle ALMON et cinq fois sur quinze pour les prévisions du ministère des Finances du Québec.

4.3 Prédiction du revenu et des charges de programmes du gouvernement du Canada

4.3.1 Revenu

Les résultats concernant la prévision du revenu du gouvernement du Canada un an et deux ans à l'avance se retrouvent au tableau 4.3 et sont présentés graphiquement à la figure D.1 et la figure D.2 en annexe D. Dans la grande majorité des cas, le modèle ALMON donne de meilleurs résultats que les autres modèles à fréquence mixte, peu importe l'horizon

de prévision. De plus, les résultats indiquent aussi qu'il est très facile d'avoir de meilleures prévisions que celles du ministère des Finances du Canada pour un an ou deux ans à l'avance, car même le modèle $ARMA(1, 1)$ donne de meilleurs résultats (0.5779) un an à l'avance.

Tableau 4.3: EQM pour des prévisions un an et deux ans à l'avance du revenu du gouvernement du Canada par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada

Numéro	U-MIDAS		U-MIDAS-MA		ALMON		ALMON-MA	
	1 ans	2 ans	1 ans	2 ans	1 ans	2 ans	1 ans	2 ans
1	0,7429	0,6667	1,0443	0,8369	0,6378	0,5256	0,5986	0,9351
2	0,7822	0,3818	1,2785	0,5350	0,5963	0,4518	0,6365	0,8326
3	0,6735	0,7638	1,0388	0,9334	0,5756	0,5489	0,5896	0,8877
4	1,0013	1,5795	2,7672	3,1436	0,6440	0,5458	0,7792	1,5202
5	0,5305	0,3354	0,6445	0,3830	0,4799	0,3508	0,3846	0,4087
6	0,7121	0,7052	0,7445	1,2269	0,4724	0,5113	0,5211	1,6824
7	0,4650	0,3087	0,4626	0,4133	0,4845	0,3309	0,4869	0,4579
8	0,9128	0,5504	0,8607	0,9167	0,6584	0,4800	0,6522	1,2233
9	0,6144	0,4205	1,0433	0,9449	0,4662	0,4392	0,6280	0,6290
10	0,5912	0,4354	0,4882	0,4864	0,4719	0,4037	0,6295	0,6553
11	1,1819	0,9240	1,9101	1,1987	0,5045	0,6145	0,5772	0,6546
12	0,8347	0,5644	0,8028	1,0530	0,4055	0,3415	0,6053	0,7217
13	0,5545	0,3356	0,7304	0,7981	0,4146	0,2952	0,7444	0,4207
14	0,6439	0,5605	0,6120	0,9762	0,5147	0,4693	0,6677	0,6260
15	0,7278	0,6575	0,9498	0,6446	0,5421	0,4674	0,6564	0,8544
16	0,5454	0,3588	0,7673	1,1606	0,4826	0,3962	0,5085	0,8658
17	0,6441	0,4287	0,6804	0,7714	0,4366	0,3675	0,4047	0,6213
18	0,8005	0,7082	0,9543	1,0715	0,6397	0,5677	1,3101	0,9220
19	1,1100	2,1206	1,4103	3,8854	0,7746	0,5994	0,6181	0,8994
20	0,6407	0,5048	0,9398	1,0374	0,5815	0,4779	0,7707	1,2623
21	1,0331	0,7233	1,0790	0,8781	0,5391	0,5355	0,6375	1,3425
22	0,8255	0,7214	0,8745	0,7105	0,5393	0,5213	0,5694	0,7455
23	0,7694	0,7402	1,0956	1,1431	0,5518	0,5194	0,6475	0,8198
24	0,5278	0,5118	0,8412	1,0532	0,4884	0,4091	0,5541	0,8025
25	0,9197	0,8188	1,0136	0,9065	0,5479	0,4282	0,5933	0,8455
26	0,8229	0,4026	0,9113	0,4428	0,5677	0,4435	0,8312	1,1779
27	0,6422	0,6633	0,8175	0,7663	0,5190	0,5525	0,5522	1,1151
28	0,9592	0,7682	1,0277	1,0153	0,6033	0,4757	0,6128	1,2302
29	0,5580	0,5605	0,5981	0,6228	0,5030	0,5005	0,5642	0,9183
30	1,0667	0,8554	1,5374	1,2377	0,6790	0,4939	0,9343	1,1311
31	0,8491	0,8713	0,7847	0,8731	0,6188	0,5299	0,6589	0,9620
32	1,1132	0,8158	1,5109	0,9296	0,5605	0,4758	0,6461	0,8663
33	0,7137	1,1575	0,8754	1,6149	0,5781	0,4793	0,6534	0,8199
34	0,7122	0,9901	0,9517	1,4152	0,5765	0,5328	0,5467	1,0358
35	0,5562	0,6926	1,3666	1,0143	0,5151	0,4781	0,7146	1,5569
36	0,8101	0,6401	1,0943	1,4298	0,5717	0,4598	0,8869	1,5239
37	0,6523	0,6007	1,0507	0,9429	0,5589	0,4482	0,6017	1,2527
38	0,4177	0,6042	0,3672	0,8323	0,5385	0,4871	0,6201	0,5111
39	0,6691	0,6044	0,9755	0,8453	0,5154	0,4605	0,7232	0,9452
40	0,6209	0,5638	0,9012	0,7777	0,4723	0,4368	0,7516	0,9505
41	0,4326	0,6084	0,4305	0,6111	0,3957	0,4997	0,4254	1,5623
42	0,9037	0,7498	1,2013	0,9119	0,4720	0,4624	0,5692	1,3186
43	0,7270	0,4088	1,0190	0,4010	0,4241	0,3664	0,4773	1,1743
44	0,7612	0,4485	0,9035	0,4720	0,4702	0,3777	0,6388	1,1844

45	0,6164	0,4785	0,9007	0,4516	0,5695	0,4132	0,6790	0,6176
46	0,5107	0,3777	0,7533	0,8900	0,4996	0,3709	0,5717	1,1735
47	0,7602	0,5502	0,8725	0,5648	0,5502	0,4284	0,6901	0,6701
48	0,5948	0,3609	0,5737	0,5758	0,4609	0,3337	0,4770	1,0639
49	0,4484	0,2249	0,6275	0,3201	0,4338	0,3608	0,5651	1,3703
50	0,5663	0,4243	0,4903	0,5795	0,5138	0,3757	0,8284	0,5920
51	0,7441	0,4165	0,7591	0,3793	0,4687	0,3203	0,5837	0,4000
52	0,6175	0,2801	1,1238	0,5276	0,5364	0,3733	0,7128	0,8415
53	0,7204	0,5077	1,0668	0,3317	0,5260	0,2954	0,5292	0,6024
54	0,5249	0,3487	0,5044	0,4266	0,4079	0,3618	0,6989	0,4261
55	0,6633	0,5918	1,0942	0,6633	0,5226	0,4034	0,4408	0,6169
56	0,5720	0,4934	0,7401	0,5838	0,5539	0,3945	0,8056	1,0889
57	0,5997	0,5363	0,8978	0,8805	0,5405	0,4239	0,7349	1,2782
58	0,6478	0,4777	0,9154	0,8556	0,4895	0,2627	0,5228	0,5304
59	0,6575	0,7072	1,1559	0,7024	0,5433	0,4464	0,6266	0,7907
60	0,6413	0,6627	1,2121	0,9461	0,5299	0,4519	0,5943	0,8425
61	0,7618	0,8169	1,3268	0,9449	0,5203	0,4972	0,7377	1,0938
62	0,5939	0,3152	0,8738	0,1978	0,4302	0,3200	0,7346	0,6324
63	0,5454	0,3588	0,7673	1,1606	0,4826	0,3962	0,5085	0,8658
64	0,9453	0,7412	1,3331	1,5702	0,5690	0,3680	0,7715	1,3377
65	2,4587	3,2521	2,6513	7,7097	0,7980	0,8110	0,8402	1,5573
66	0,7578	0,5306	1,0229	0,5983	0,5202	0,4437	0,6998	0,9813
67	1,2732	1,6473	2,5594	1,4971	0,6236	0,5658	0,6255	0,9107
68	1,6332	1,2173	1,6513	2,2534	0,5333	0,5597	0,9097	0,6659
69	1,1100	2,1206	1,4103	3,8854	0,7746	0,5994	0,6181	0,8994
70	2,9437	2,7787	3,4245	4,4257	0,6329	0,5570	0,6897	1,2584
71	0,6427	0,3327	0,5948	0,4722	0,4631	0,3654	0,6048	0,7108
72	0,9431	0,6846	1,1294	1,5476	0,9077	0,4662	0,6418	0,7170
73	0,8293	0,7267	1,2952	0,9024	0,5816	0,4313	0,5188	0,9171
74	4,6888	3,4673	5,3459	11,877	0,8383	0,5393	1,0238	1,7282
75	1,7439	1,8352	2,3353	2,8158	0,7969	0,4647	0,7793	2,0085
76	1,2751	1,3322	2,6664	3,3372	0,6424	0,5604	0,7380	1,9062
77	1,6862	0,9705	1,7832	3,1532	0,7132	0,4668	0,6779	1,2740
78	0,5531	0,3103	0,6392	0,4214	0,5368	0,2919	0,7870	0,3880
79	1,0975	1,0233	1,5804	1,8898	0,5810	0,5439	0,6960	0,9573
80	0,4685	0,4932	0,8347	0,7765	0,4764	0,3332	0,8163	0,5546
81	1,8986	1,4375	2,4553	3,1127	0,7452	0,5168	0,9624	1,4132
82	1,0686	1,6642	2,4325	2,5522	0,6779	0,5057	0,7252	0,7308
83	1,7821	3,0146	2,2680	4,8250	0,5355	0,4643	0,6311	1,9973
84	4,4085	3,7560	6,2640	2,6258	0,6896	0,7087	0,7599	1,2524
85	1,5663	2,0893	2,1066	5,0213	0,6205	0,5536	0,8159	2,5286
86	1,5666	2,7641	2,8675	6,7257	0,6602	0,5339	0,8585	1,6465
MOYENNE	0,5265	0,4680	0,6370	0,5968	0,5170	0,4159	0,5811	0,7287
MÉDIANE	0,5287	0,4422	0,6197	0,5616	0,5123	0,4298	0,5697	0,7513
ARMA(1,1)	0,5779	1,2449	-	-	-	-	-	-

Note : Voir tableau A.6 en annexe A pour connaître la série correspondant au numéro. Les résultats en gras représentent les meilleurs modèles individuels.

Le résultat de la combinaison de prévisions en prenant la prévision médiane des modèles ALMON (0.5123) est le plus précis un an à l'avance tandis que la prévision moyenne des modèles ALMON est préférable deux ans à l'avance (0.4159). Le modèle U-MIDAS en utili-

sant les exportations de services (V1992062) comme régresseur à haute fréquence obtient le ratio des EQM le plus petit pour un horizon d'un an (0.3672), tandis que pour un horizon de deux ans c'est le modèle ALMON avec l'indice des prix selon les exportations de services (V1997752) qui est le plus précis (0.2627).

La figure D.3 et la figure D.4 présentent les prévisions hors échantillon un an et deux ans à l'avance respectivement de 1994 à 2013 pour les modèles les plus performants. Depuis 1995 et jusqu'à la Grande récession de 2008, les prévisions du ministère des Finances du Canada sont constamment biaisées négativement.¹⁶ À la suite de la crise financière, ainsi qu'à l'arrivée du parti conservateur du Canada au pouvoir, la qualité des prévisions du ministère des Finances du Canada s'est grandement améliorée. Si l'on compare le quotient de l'EQM des prévisions faites par le parti conservateur du Canada par rapport à celui du parti libéral du Canada, cela donne un ratio de 0.1118 un an à l'avance et de 0.3498 pour les prévisions faites deux ans à l'avance. Ceci laisse envisager que l'ensemble de l'information disponible au moment de faire les prévisions n'est pas utilisée totalement quand le parti libéral du Canada était au pouvoir.¹⁷

4.3.2 Charges de programmes

Pour le cas des prévisions des charges de programmes du gouvernement du Canada un an et deux ans à l'avance, les résultats se retrouvent au tableau 4.4 ainsi qu'aux figures D.5 et D.6 en annexe D. Dans ce cas-ci, il semble plus difficile de prévoir les charges de programme particulièrement pour un horizon d'un an, où le modèle $ARMA(1,1)$ obtient le meilleur résultat (0.9060). Encore une fois, le modèle ALMON obtient l'EQM la plus petite (0.6485) pour la prévision médiane deux ans à l'avance.

16. La Grande récession de 2008 a donc affecté les revenus finaux observés début 2009.

17. L'échantillon que nous avons est trop petit pour tester si les deux sous-périodes sont significativement différentes.

Tableau 4.4: EQM pour des prévisions un an et deux ans à l'avance des charges de programmes du gouvernement du Canada par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada

Numéro	U-MIDAS		U-MIDAS-MA		ALMON		ALMON-MA	
	1 ans	2 ans	1 ans	2 ans	1 ans	2 ans	1 ans	2 ans
1	1,2596	1,0094	1,3415	1,3991	1,0636	0,6774	0,8545	1,1584
2	1,1136	0,7632	1,1439	0,9917	1,0276	0,6281	0,8976	0,8143
3	1,4935	0,6060	1,8555	1,0809	1,0342	0,6467	1,1235	0,8560
4	1,6936	1,1759	1,9385	1,4373	1,2226	0,7203	1,4424	0,8078
5	1,2922	0,9440	1,5007	0,8159	1,0157	0,6268	1,1059	0,7381
6	1,2048	0,7429	1,3763	1,1256	1,0200	0,6782	0,8775	0,8273
7	1,2996	0,8072	1,4337	1,3587	1,0466	0,6389	0,9475	1,4762
8	1,6071	0,8117	1,6238	1,0721	1,0557	0,6095	1,1455	0,8531
9	1,3744	1,0246	1,3961	1,8089	1,0262	0,7535	1,0092	0,8800
10	1,1431	0,6646	1,1754	1,1395	1,0125	0,5693	1,0372	1,2851
11	1,4452	0,9508	1,9268	1,6862	1,0019	0,8823	1,0317	0,8785
12	1,1167	0,6251	0,8963	1,1476	0,9292	0,5565	0,8875	0,9784
13	0,9686	0,7320	1,1105	1,1214	0,9483	0,6881	0,9995	1,0292
14	1,2167	0,7266	1,4283	1,9241	0,9448	0,6584	0,9044	0,9392
15	1,2602	0,5849	0,9310	1,1299	1,0029	0,7011	0,9518	0,8323
16	1,5319	0,7327	1,4495	1,1358	1,0382	0,7148	1,0883	0,9215
17	1,5847	0,7743	1,5514	1,4558	1,1558	0,6678	0,9755	0,9097
18	1,7941	1,1664	1,7157	1,5733	1,3251	0,8747	2,0983	1,1018
19	1,9876	1,8549	2,1767	3,2347	1,0333	0,7686	0,7980	1,0758
20	1,2400	0,8029	1,0916	1,2371	1,0243	0,7151	0,9057	0,9160
21	1,2106	0,6174	1,0588	1,0395	1,0769	0,7233	1,0646	0,9217
22	1,1282	0,6803	0,8593	0,8903	1,0525	0,6890	0,9921	0,8592
23	1,1055	0,8400	1,3650	1,5804	1,2071	0,8000	1,1089	0,9241
24	1,0509	0,8597	1,1542	1,2912	1,0068	0,7362	0,9526	1,0024
25	1,3656	0,9236	1,4988	0,9592	1,0713	0,6767	0,9406	1,0855
26	1,3471	0,7563	1,3894	0,7147	1,0658	0,6496	1,0584	0,8550
27	1,3101	1,0130	1,7851	1,4639	1,0681	0,7864	0,9002	0,9934
28	1,6869	1,0658	1,2595	1,2476	1,0929	0,6601	0,9582	0,9044
29	1,2338	0,8360	1,3134	0,9623	1,0142	0,7095	0,8989	0,8471
30	1,4631	1,0007	1,4869	1,0857	1,1068	0,6699	1,0184	1,0949
31	1,5260	1,3010	1,8491	1,2894	1,1062	0,7474	0,9358	0,9776
32	1,4337	0,7759	1,0700	0,8747	1,0208	0,6852	0,9539	1,0079
33	1,0895	1,1342	1,0302	1,4391	1,2080	0,7250	1,0220	1,0619
34	1,2607	1,0464	1,2497	1,2300	1,1896	0,8031	1,0100	0,9346
35	1,5705	1,2148	0,9790	2,2307	1,1319	0,6245	0,8463	0,8896
36	1,2990	0,8685	1,6974	0,9603	1,1215	0,7147	1,0306	0,9826
37	1,2107	0,8514	1,2735	1,0043	1,1480	0,7129	1,0403	1,1532
38	1,0446	0,7843	1,0106	1,0028	1,0391	0,5960	0,9556	1,1158
39	1,4908	0,9497	1,6709	1,2180	1,0729	0,6899	0,8976	0,6786
40	1,3745	0,8480	1,4950	1,0576	1,0587	0,7058	1,0194	0,8145
41	1,3365	0,8863	1,5138	1,0539	1,0761	0,6864	0,8574	0,9759
42	1,3342	1,0611	1,5140	1,2728	1,0483	0,6410	1,0366	0,9070
43	1,0703	0,9081	0,9345	1,1309	1,0722	0,6483	0,9864	0,9529
44	1,3798	0,7765	1,5595	1,1177	1,0310	0,7007	1,5809	0,8191
45	1,4070	0,7467	1,5216	1,9845	1,0610	0,6637	1,8209	0,8669
46	1,3354	1,0009	1,2552	1,1670	1,2332	0,6291	1,2056	0,8926
47	1,2811	1,0819	1,4427	1,9475	1,0303	0,7933	1,6940	0,9217
48	1,2249	0,6516	1,5132	0,8899	0,9878	0,5689	0,9421	0,9576
49	1,0853	0,4430	1,2041	0,6442	1,0573	0,6445	0,9329	0,9330
50	1,1345	0,7005	1,2144	0,9401	1,0544	0,5864	1,1293	0,7694

51	1,6969	0,9886	2,6910	1,4621	1,0154	0,5861	1,5035	0,8061
52	1,2689	0,8296	1,2146	1,1237	1,0424	0,6335	1,0172	0,8083
53	1,6016	1,2659	2,4726	0,9388	0,9837	0,6307	1,6929	0,9320
54	1,2411	0,8161	1,5037	1,0233	1,0755	0,6651	1,4152	0,8909
55	1,3244	1,0762	2,1779	1,0552	0,9360	0,6824	0,9060	0,8651
56	1,3569	1,0047	1,1304	1,8088	1,1063	0,6208	1,0630	0,9207
57	1,3920	1,0160	1,2078	1,6871	1,0956	0,6794	0,9759	0,9262
58	0,8337	0,7702	1,0213	1,6317	0,8940	0,7271	1,4265	0,8912
59	1,2864	1,0357	1,3258	1,5788	0,9193	0,7377	1,1124	0,9136
60	1,2576	1,0032	1,2842	1,2455	0,9337	0,7521	1,0765	0,9945
61	1,3689	0,9288	1,8379	1,0374	0,8229	0,6672	0,8509	1,0962
62	1,4008	0,9122	1,7313	1,2876	1,0465	0,6469	1,5655	0,8482
63	1,5319	0,7327	1,4495	1,1358	1,0382	0,7148	1,0883	0,9215
64	2,7175	1,1821	1,8861	0,9487	1,0609	0,6866	0,9669	0,8362
65	4,5096	1,9994	4,3387	3,8993	1,2966	0,8392	1,1766	1,2007
66	1,2625	0,8363	1,5166	1,0834	0,9693	0,6450	0,9513	0,8575
67	2,4043	1,4165	2,5618	1,7358	1,0441	0,7584	1,0616	0,8688
68	2,4759	1,5254	2,7059	1,9317	1,0694	0,8009	0,9137	0,8408
69	1,9876	1,8549	2,1767	3,2347	1,0333	0,7686	0,7980	1,0758
70	2,9711	3,5058	2,7043	4,5117	1,3071	0,6801	1,1098	0,8182
71	1,1031	0,9187	1,3423	1,0156	1,0027	0,6538	0,7030	0,8684
72	1,4805	1,2091	1,5262	1,4702	1,0033	0,6587	0,9563	0,8338
73	1,1682	0,8854	1,2596	1,1468	1,1976	0,6582	1,0952	1,1288
74	5,3891	2,7128	4,8742	4,3519	1,7192	0,7689	1,3876	0,9208
75	2,6758	1,5796	3,7755	1,7317	1,1526	0,5257	0,8106	0,9119
76	1,9969	1,4624	2,2544	2,0862	1,4874	0,7594	1,3222	1,0806
77	1,3772	1,6010	1,5072	2,5432	1,1245	0,7404	0,8574	1,0973
78	0,9633	0,4889	1,0012	0,7791	0,9941	0,5608	1,0622	0,8546
79	1,3207	1,3263	2,0133	2,4733	1,0562	0,7630	0,9585	0,9765
80	1,3082	1,2548	1,4197	1,5399	1,0490	0,6648	0,8579	1,1074
81	2,1971	1,6467	2,6092	2,6003	1,1599	0,8573	1,0954	0,8956
82	1,4631	1,5074	1,5369	1,7459	1,3621	0,7942	1,3155	0,9623
83	3,5863	2,8765	3,7699	4,7629	1,1326	0,6331	1,0114	1,2323
84	3,5117	4,2851	4,8301	5,4311	1,2615	0,8379	1,0702	1,0139
85	3,7874	2,6474	3,7274	4,6189	1,0939	0,6108	1,0389	1,0267
86	1,9948	1,9673	2,7575	3,5200	1,1258	0,9445	1,3500	0,9747
MOYENNE	1,1548	0,7657	1,0394	0,9558	1,0397	0,6617	0,9661	0,8623
MÉDIANE	1,1573	0,7150	1,0088	0,9309	1,0271	0,6485	0,9259	0,8570
ARMA(1,1)	0,9060	1,1448	-	-	-	-	-	-

Note : Voir tableau A.6 pour connaître la série correspondant au numéro. Les résultats en gras représentent les meilleurs modèles individuels.

Les séries à haute fréquence les plus efficaces pour prévoir les charges de programmes sont l'épargne des sociétés et entreprises publiques (Indemnités de consommation en capital, V498496) et l'indice de prix des dépenses courantes des administrations en biens et services (V1997743), un an et deux ans à l'avance respectivement.

La figure D.7 et la figure D.8 présentent respectivement les prévisions hors échantillon un an et deux ans à l'avance de 1994 à 2013 pour les modèles les plus performants. Le ministère des Finances du Canada a été aussi très pessimiste dans ces prévisions par rapport aux charges

de programmes de 1997 à 2010 un an à l'avance et de 1997 à 2012 deux ans à l'avance. Comme pour la prévision des revenus du gouvernement du Canada, le parti politique au pouvoir semble influencer la précision des prévisions des charges de programmes faites par le ministère des Finances du Canada. Le ratio de l'EQM du parti conservateur du Canada sur celui du parti libéral du Canada est de 0.2593 un an à l'avance et de 0.5117 pour un horizon de deux ans.

4.4 Comparaison des modèles à fréquences mixtes

Contrairement à ce qui est conclu dans les articles qui s'intéressent à comparer les approches ALMON et U-MIDAS (voir par exemple Foroni, Marcellino et Schumacher (2011)), le modèle U-MIDAS ne semble pas dominer systématiquement la spécification ALMON quand la fréquence d'échantillonnage entre la série à faible (annuelle) et haute fréquence (trimestrielle) est petite. Au contraire, les résultats varient beaucoup selon la série à prévoir et l'horizon de prévision. L'une des raisons peut provenir du petit échantillon que nous disposons. Cela pénaliserait davantage U-MIDAS que son homologue ALMON qui est plus flexible étant donné sa paramétrisation.

Si l'on compare les modèles à fréquences mixtes utilisés par rapport au modèle $ARMA(1, 1)$ il est évident que les séries à haute fréquence utilisée, conjuguée à la méthode de combinaison de prévisions, permettent d'améliorer significativement les prévisions de nos séries fiscales dans presque tous les cas.

4.5 Combinaison de prévisions

Plusieurs caractéristiques intéressantes ressortent des figures D.1, D.2, D.5 et D.6 en annexe D. Tout d'abord, il existe une hétérogénéité considérable entre les résultats des prévisions des modèles individuels. En général, les pires modèles ont tendance à donner des résultats catastrophiques et aucun modèle unique ne se distingue comme étant évidemment supérieur. Par exemple, aucun modèle individuel ne réussit à surpasser le modèle de référence, peu importe la série à prévoir et son horizon de prévision sur l'ensemble des prévisions hors échantillon. Cela met en évidence le défi que peut mener une approche qui tente d'identifier

un modèle unique qui surpasse d'autres modèles. Il est donc souhaitable, comme le souligne Stock et Watson (2004) ainsi que nos résultats, d'opter pour combiner nos prévisions à l'aide de différentes variables pour obtenir des résultats plus précis et robustes à travers le temps.

CONCLUSION

Comme les gouvernements doivent élaborer leurs budgets au début de chaque année fiscale, ils font face à l'incertitude par rapport aux revenus fiscaux recueillis. Ainsi, pour les autorités en place, la prévision de données fiscales pourrait donner lieu à une meilleure gestion budgétaire. Compte tenu de l'importance croissante du suivi budgétaire, ce mémoire s'est intéressé à la contribution des séries à fréquences mixtes pour la prévision de séries fiscales à basse fréquence.

Pour ce faire, nous avons proposé l'utilisation de deux modèles couramment utilisés dans la littérature. Soit le modèle d'échantillonnage de données de fréquence mixte (ALMON) et un modèle de régression fondé sur un échantillonnage de données de fréquence mixte sans contrainte (U-MIDAS). De plus, nous avons exploré deux nouvelles spécifications de ces modèles qui incorporent une composante moyenne mobile aux modèles MIDAS (ALMON-MA) et U-MIDAS (U-MIDAS-MA). Dans notre cas, nous avons utilisé ces modèles pour faire la prévision du revenu de la taxe à la consommation du Québec (TVQ) ainsi que les revenus et les charges de programmes du gouvernement du Canada. À l'aide d'un grand éventail de séries trimestrielles québécoises et canadiennes, et de différentes combinaisons de prévisions, nous avons tenté d'estimer si ces modèles surpassent les prévisions historiques du ministère des Finances du Québec et celui du Canada.

Dans le cadre de ce mémoire, les trois principaux résultats à rappeler sont les suivants. Premièrement, en ce qui concerne les trois séries dont nous faisons la prévision, les dépenses sont beaucoup plus difficiles à prévoir que les revenus, et ce, relativement aux prévisions des ministères des Finances concernés. Ce constat n'est pas surprenant étant donné l'aspect déterministe qu'est la prévision des charges de programmes. Un gouvernement a à l'évidence davantage de contrôle sur son niveau de dépenses que sur ses revenus espérés, qui eux sont cycliques. En second lieu, l'approche ALMON donne de meilleurs résultats, peu importe la

série fiscale pour la prévision deux ans à l'avance. Cette spécification semble avantageée, car elle est plus parcimonieuse que les autres spécifications. Ce constat pourrait aussi être le résultat de la taille limitée de nos échantillons.

Troisièmement, l'avantage de combiner les prévisions à partir des modèles individuels est clair en comparant la performance moyenne des modèles individuels. Ce constat est en accord avec celui fait par Ghysels et Ozkan (2015). Nous avons montré que des méthodes de combinaisons de prévisions aussi simple que la moyenne et la médiane contribuent à réduire l'effet néfaste de l'erreur d'estimation sur les modèles univariés issus de l'omission de variables explicatives.

Finalement, les résultats observés dans le présent mémoire, malgré leurs nombreuses limites, sont pertinents, car ils soulèvent l'importance des données à fréquences mixtes, quand l'observation des séries à prévoir est faite moins fréquemment. En ce qui concerne la prévision de nos séries fiscales, il serait intéressant d'analyser un potentiel biais de prévision que pourrait avoir l'ingérence de l'État sur les prévisions faites par une institution comme le ministère des Finances selon le parti politique au pouvoir.

ANNEXE A

STATISTIQUES DESCRIPTIVES

Tableau A.1: Provenance des séries

Série	Source
Revenu TVQ annuelle	Plan Budgétaire du Québec de 1981 à 2016
Dépenses de consommation finale des ménages québécois	Institut de statistique du Québec
Épargne nette des ménages québécois	Institut de statistique du Québec
Produit intérieur brut aux prix du marché au Québec	Institut de statistique du Québec
Population active au Québec	Institut de statistique du Québec
Revenu disponible des ménages québécois	Institut de statistique du Québec
Population active au Québec	Institut de statistique du Québec
Emploi au Québec	Institut de statistique du Québec
Emploi à temps plein au Québec	Institut de statistique du Québec
Emploi à temps partiel au Québec	Institut de statistique du Québec
Chômage au Québec	Institut de statistique du Québec
Taux de chômage au Québec	Institut de statistique du Québec
IPC total québécois	Statistique Canada
IPC total québécois excluant les aliments	Statistique Canada
IPC total québécois excluant l'énergie	Statistique Canada
IPC total québécois excluant les aliments et l'énergie	Statistique Canada
IPC total canadien	Statistique Canada
IPC total canadien excluant huit des composantes les plus volatiles	Statistique Canada
IPC total canadien excluant les aliments	Statistique Canada
IPC total canadien excluant l'énergie	Statistique Canada
IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie	Statistique Canada
Taux de change (EXCAUS)	FRED St. Louis
IPC urbain américain total (CPIAUCNS)	FRED St. Louis
IPC urbain américain excluant les aliments et l'énergie (CPILFENS)	FRED St. Louis

Tableau A.2: Statistiques descriptives annuelles en niveau du revenu de la TVQ de la période fiscale de 1981-1982 à 2014-2015

Moyenne	Écart-type	Variance	Skewness	Kurtosis	Jarque-Berra	Valeur-p
9317.6000	4234.7100	17932767.5700	0.5400	2.4100	2.2600	0.1500

Tableau A.3: Statistiques descriptives trimestrielles en niveau de la période fiscale de 1981-1982 à 2014-2015

Série	Moyenne	Écart-type	Variance	Skewness	Kurtosis	Jarque-Berra	Valeur-p
Taux de change (EXCAUS)	1.26	0.16	0.03	0.06	2.26	3.33	0.13
IPC urbain américain total (CPIAUCNS)	166.66	45.87	2104.06	0.02	1.77	9.02	0.02
IPC urbain américain excluant les aliments et l'énergie (CPILFENS)	171.70	46.22	2136.30	-0.15	1.85	8.50	0.02
IPC total canadien	92.83	22.11	488.80	-0.18	2.01	6.62	0.04
IPC total canadien excluant huit des composantes les plus volatiles	92.26	21.26	451.88	-0.25	2.06	6.76	0.03
IPC total canadien excluant les aliments	92.28	21.80	475.25	-0.27	2.02	7.48	0.03
IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie	91.64	20.58	423.63	-0.40	2.14	8.33	0.02
IPC total canadien excluant l'énergie	91.76	21.26	452.17	-0.29	2.10	6.77	0.03
IPC total québécois	92.52	21.24	451.11	-0.27	2.11	6.50	0.04
IPC total québécois excluant les aliments	91.91	20.59	424.14	-0.42	2.18	8.21	0.02
IPC total québécois excluant les aliments et l'énergie	90.81	19.52	381.19	-0.56	2.27	10.56	0.01
IPC total québécois excluant l'énergie	91.70	20.40	416.00	-0.36	2.16	7.24	0.03
Dépenses de consommation finale des ménages québécois	128864.86	55412.84	3070583315.29	0.28	1.86	9.57	0.02
Produit intérieur brut aux prix du marché au Québec	223808.56	92454.09	8547758089.68	0.22	1.81	9.58	0.02
Population active au Québec	3757.29	426.48	181885.42	0.14	1.80	9.14	0.02
Emploi au Québec	3392.14	455.53	207504.17	0.12	1.77	9.37	0.02
Emploi à temps plein au Québec	2799.94	335.62	112642.29	0.13	1.89	7.74	0.03
Emploi à temps partiel au Québec	592.20	138.48	19176.17	0.12	1.98	6.60	0.04
Chômage au Québec	365.14	49.92	2492.16	0.62	2.51	10.55	0.01
Épargne nette des ménages québécois	7527.92	3031.29	9188707.78	-0.07	2.35	2.68	0.19
Revenu disponible des ménages québécois	127196.79	52050.36	2709239754.29	0.38	2.00	9.42	0.02
Taux de chômage au Québec	9.93	2.21	4.87	0.56	2.36	9.93	0.02

Note : Le test Jarque-Berra sert à déterminer si la série suit une loi normale. L'hypothèse nulle est que la série suit une loi normale et l'hypothèse alternative est que la série ne suit pas une loi normale. Le logiciel Matlab est utilisé et sera utilisé pour l'analyse des données, pour les régressions et les figures dans le présent mémoire.

Tableau A.4: Statistiques descriptives annuelles en différence du log du revenu de la TVQ de la période fiscale de 1981-1982 à 2014-2015

Moyenne	Écart-type	Variance	Skewness	Kurtosis	Jarque-Berra	Valeur-p
0.06	0.06	0.00	0.28	2.93	0.47	0.50

Tableau A.5: Statistiques descriptives trimestrielles en différence du log de la période fiscale de 1981-1982 à 2014-2015

Série	Moyenne	Écart-type	Variance	Skewness	Kurtosis	Jarque-Berra	Valeur-p
Taux de change (EXCAUS)	0.0006	0.0290	0.0008	0.6775	8.0511	161.8184	0.0010
IPC urbain américain total (CPIAUCNS)	0.0071	0.0064	0.0000	-1.0006	9.6638	286.4281	0.0010
IPC urbain américain excluant les aliments et l'énergie (CPILFENS)	0.0075	0.0045	0.0000	2.1926	11.6877	560.3436	0.0010
IPC total canadien	0.0070	0.0072	0.0001	0.7822	5.0423	39.1596	0.0010
IPC total canadien excluant huit des composantes les plus volatiles	0.0068	0.0052	0.0000	1.7304	7.2267	176.5620	0.0010
IPC total canadien excluant les aliments	0.0071	0.0080	0.0001	0.5279	5.2497	36.5417	0.0010
IPC total canadien excluant les aliments et l'énergie	0.0069	0.0065	0.0000	1.4907	6.0905	109.1018	0.0010
IPC total canadien excluant l'énergie	0.0071	0.0062	0.0000	1.6424	6.7454	146.8398	0.0010
IPC total québécois	0.0070	0.0081	0.0001	1.1291	5.9432	81.4244	0.0010
IPC total québécois excluant les aliments	0.0070	0.0091	0.0001	0.8160	5.8602	64.1603	0.0010
IPC total québécois excluant les aliments et l'énergie	0.0067	0.0077	0.0001	1.3218	7.3014	150.8170	0.0010
IPC total québécois excluant l'énergie	0.0068	0.0071	0.0001	1.4667	7.4089	165.9230	0.0010
Dépenses de consommation finale des ménages québécois	0.0118	0.0074	0.0001	0.0000	3.1539	0.1402	0.5000
Produit intérieur brut aux prix du marché au Québec	0.0113	0.0088	0.0001	0.1589	4.5217	14.2986	0.0070
Population active au Québec	0.0028	0.0201	0.0004	-0.0566	1.8471	7.9402	0.0252
Emploi au Québec	0.0031	0.0286	0.0008	0.0757	1.6538	10.8585	0.0131
Emploi à temps plein au Québec	0.0028	0.0499	0.0025	-0.1319	1.3888	15.7715	0.0055
Emploi à temps partiel au Québec	0.0048	0.1005	0.0101	0.6322	2.2029	13.2191	0.0084
Chômage au Québec	-0.0007	0.0892	0.0080	0.5602	2.7672	7.7475	0.0266
Épargne nette des ménages québécois	0.0050	0.3094	0.0957	-0.8485	9.1566	241.3036	0.0010
Revenu disponible des ménages québécois	0.0113	0.0126	0.0002	-0.0618	3.0724	0.1213	0.5000
Taux de chômage au Québec	-0.0310	1.0040	1.0080	0.2569	2.2773	4.6521	0.0711

Tableau A.6: Données utilisées pour la prévision des revenus et des charges de programmes
du Gouvernement du Canada

No.	Série	Code	Nom	Période couverte
Tableau 380-0001 : Produit intérieur brut, en termes de revenus (en millions de dollars) ; Canada				
1	V498077	5	Bénéfices des sociétés avant impôts	1961T1 à 2012T2
2	V498079	5	Intérêts et revenus de placements	1961T1 à 2012T2
3	V498081	5	Revenu des entreprises individuelles	1961T1 à 2012T2
4	V498082	1	Ajustement de la valeur des stocks	1961T1 à 2012T2
5	V1992216	5	Impôts moins subventions, sur les facteurs de production	1961T1 à 2012T2
6	V1997473	5	Impôts moins subventions, sur les produits	1961T1 à 2012T2
Tableau 380-0004 : Comptes courants et compte du capital - Ménages (en millions de dollars) ; Canada				
7	V498166	5	Rémunération des salariés	1961T1 à 2012T2
8	V498170	5	Revenu net des entreprises individuelles	1961T1 à 2012T2
9	V498171	5	Intérêts, dividendes et revenus divers de placements	1961T1 à 2012T2
10	V498172	5	Transferts courants en provenance des administrations publiques	1961T1 à 2012T2
11	V498176	5	Transferts courants en provenance des sociétés	1961T1 à 2012T2
12	V498179	5	Dépenses personnelles en biens et services de consommation	1961T1 à 2012T2
13	V498180	5	Transferts courants aux administrations publiques	1961T1 à 2012T2
14	V498184	5	Transferts courants aux sociétés	1961T1 à 2012T2
15	V498185	5	Transferts courants aux sociétés	1961T1 à 2012T2
16	V498164	5	Épargne	1961T1 à 2012T2
17	V498186	5	Revenu disponible	1961T1 à 2012T2
18	V498187	1	Taux d'épargne	1961T1 à 2012T2
19	V498199	2	Investissement financier net	1961T1 à 2012T2
Tableau 380-0002 : Produit intérieur brut, en termes de dépenses (en millions de dollars) ; Canada				
20	V1992067	5	Produit intérieur brut aux prix du marché	1961T1 à 2012T2
21	V1992044	5	Dépenses personnelles en biens et services de consommation	1961T1 à 2012T2
22	V1992045	5	Dépenses personnelles en biens durables	1961T1 à 2012T2
23	V1992046	5	Dépenses personnelles en biens semi-durables	1961T1 à 2012T2
24	V1992047	5	Dépenses personnelles en biens non durables	1961T1 à 2012T2
25	V1992048	5	Dépenses personnelles en services	1961T1 à 2012T2
26	V1992049	5	Dépenses courantes des administrations en biens et services	1961T1 à 2012T2
27	V1992050	5	Formation brute de capital fixe des administrations publiques	1961T1 à 2012T2
28	V1992052	5	Formation brute de capital fixe des entreprises	1961T1 à 2012T2
29	V1992053	5	Bâtiments résidentiels	1961T1 à 2012T2
30	V1992054	5	Ouvrages non résidentiels et équipement	1961T1 à 2012T2
31	V1992055	5	Ouvrages non résidentiels	1961T1 à 2012T2
32	V1992056	5	Machines et matériel	1961T1 à 2012T2
33	V1992057	2	Investissement des entreprises en stocks	1961T1 à 2012T2
34	V1992058	2	Investissement des entreprises en stocks non-agricoles	1961T1 à 2012T2
35	V1992059	2	Investissement des entreprises en stocks agricoles	1961T1 à 2012T2
36	V1992060	5	Exportations de biens et services	1961T1 à 2012T2
37	V1992061	5	Exportations de biens	1961T1 à 2012T2
38	V1992062	5	Exportations de services	1961T1 à 2012T2
39	V1992063	5	Moins : Importations de biens et services	1961T1 à 2012T2
40	V1992064	5	Importations de biens	1961T1 à 2012T2
41	V1992065	5	Importations de services	1961T1 à 2012T2
42	V1992068	5	Demande intérieure finale	1961T1 à 2012T2
Tableau 380-0003 : Indices de prix, produit intérieur brut (2002 = 100) ; Canada				
43	V1997756	5	Machines et matériel	1961T1 à 2012T2
44	V1997738	5	Dépenses personnelles en biens et services de consommation	1961T1 à 2012T2
45	V1997739	5	Dépenses personnelles en biens durables	1961T1 à 2012T2

46	V1997740	5	Dépenses personnelles en biens semi-durables	1961T1 à 2012T2
47	V1997741	5	Dépenses personnelles en biens non durables	1961T1 à 2012T2
48	V1997742	5	Dépenses personnelles en services	1961T1 à 2012T2
49	V1997743	5	Dépenses courantes des administrations en biens et services	1961T1 à 2012T2
50	V1997744	5	Formation brute de capital fixe des administrations publiques	1961T1 à 2012T2
51	V1997745	5	Formation brute de capital fixe des entreprises	1961T1 à 2012T2
52	V1997746	5	Bâtiments résidentiels	1961T1 à 2012T2
53	V1997747	5	Ouvrages non résidentiels et équipement	1961T1 à 2012T2
54	V1997748	5	Ouvrages non résidentiels	1961T1 à 2012T2
55	V1997749	5	Machines et matériel	1961T1 à 2012T2
56	V1997750	5	Exportations de biens et services	1961T1 à 2012T2
57	V1997751	5	Exportations de biens	1961T1 à 2012T2
58	V1997752	5	Exportations de services	1961T1 à 2012T2
59	V1997753	5	Importations de biens et services	1961T1 à 2012T2
60	V1997754	5	Importations de services	1961T1 à 2012T2
61	V1997755	5	Importations de biens	1961T1 à 2012T2
62	V1997757	5	Demande intérieure finale	1961T1 à 2012T2
Tableau 380-0031 : Épargne, investissement et prêt net (en millions de dollars) ; Canada				
63	V498490	5	Particuliers et entreprises individuelles ; Épargne	1961T1 à 2012T2
64	V498495	5	Particuliers et entreprises individuelles ; Indemnités de consommation en capital	1961T1 à 2012T2
65	V498499	2	Particuliers et entreprises individuelles ; Transferts nets de capitaux	1961T1 à 2012T2
66	V498504	5	Particuliers et entreprises individuelles ; Investissement en capital fixe et stocks	1961T1 à 2012T2
67	V498508	5	Particuliers et entreprises individuelles ; Acquisition d'actifs existants	1961T1 à 2012T2
68	V498512	2	Particuliers et entreprises individuelles ; Prêt net	1961T1 à 2012T2
69	V498518	2	Particuliers et entreprises individuelles ; Investissement financier net	1961T1 à 2012T2
70	V498491	2	Sociétés et entreprises publiques ; Épargne	1961T1 à 2012T2
71	V498496	5	Sociétés et entreprises publiques ; Indemnités de consommation en capital	1961T1 à 2012T2
72	V498500	5	Sociétés et entreprises publiques ; Transferts nets de capitaux	1961T1 à 2012T2
73	V498505	5	Sociétés et entreprises publiques ; Investissement en capital fixe et stocks	1961T1 à 2012T2
74	V498509	2	Sociétés et entreprises publiques ; Acquisition d'actifs existants	1961T1 à 2012T2
75	V498513	2	Sociétés et entreprises publiques ; Prêt net	1961T1 à 2012T2
76	V498519	2	Sociétés et entreprises publiques ; Investissement financier net	1961T1 à 2012T2
77	V498492	2	Administrations publiques ; Épargne	1961T1 à 2012T2
78	V498497	5	Administrations publiques ; Indemnités de consommation en capital	1961T1 à 2012T2
79	V498501	2	Administrations publiques ; Transferts nets de capitaux	1961T1 à 2012T2
80	V498506	5	Administrations publiques ; Investissement en capital fixe et stocks	1961T1 à 2012T2
81	V498514	2	Administrations publiques ; Prêt net	1961T1 à 2012T2
82	V498520	2	Administrations publiques ; Investissement financier net	1961T1 à 2012T2
83	V498493	2	Non-résidents ; Épargne	1961T1 à 2012T2
84	V498502	2	Non-résidents ; Transferts nets de capitaux	1961T1 à 2012T2
85	V498515	2	Non-résidents ; Prêt net	1961T1 à 2012T2
86	V498521	2	Non-résidents ; Investissement financier net	1961T1 à 2012T2

Note : Le tableau contient le code de la série de Statistique Canada, le code de transformation de la série, sa description et sa durée d'observation. Le code de transformation est : 1 - pas de transformation ; 2 - première différence ; 4 - logarithme ; 5 - première différence du logarithme.

ANNEXE B

PRÉVISIONS DES MINISTÈRES DES FINANCES DU QUÉBEC ET DU CANADA

Tableau B.1: Prévisions du taux de croissance de la TVQ au Québec du ministère des Finances du Québec en pourcentage

Budget	Horizon	
	1	2
2001-2002	2,3%	3%
2002-2003	4,1%	2,8%
2003-2004	4,6%	4,2%
2004-2005	2,6%	3,0%
2005-2006	4,4%	2,2%
2006-2007	3,6%	1,7%
2007-2008	1,7%	2,8%
2008-2009	2,3%	2,5%
2009-2010	-2,3%	2,1%
2010-2011	3,8%	2,9%
2011-2012	15,9%	3,9%
2012-2013	13,1%	12,5%
2013-2014	6,3%	5,1%
2014-2015	3,3%	2,0%
2015-2016	3,8%	3,6%

Tableau B.2: Dates de publication des prévisions du ministère des Finances du Québec

Budget	Horizon	
	1	2
2001-2002	29 mars 01	14 mars 00
2002-2003	19 mars 02	29 mars 01
2003-2004	11 mars 03	19 mars 02
2004-2005	30 mars 04	11 mars 03
2005-2006	21 avril 05	30 mars 04
2006-2007	23 mars 06	21 avril 05
2007-2008	24 mai 07	23 mars 06
2008-2009	13 mars 08	24 mai 07
2009-2010	19 mars 09	13 mars 08
2010-2011	30 mars 10	19 mars 09
2011-2012	17 mars 11	30 mars 10
2012-2013	20 mars 12	17 mars 11
2013-2014	20 nov 13	20 mars 12
2014-2015	4 juin 14	20 nov. 13
2015-2016	15 mars 15	4 juin 14

Tableau B.3: Prévisions du ministère des Finances du Canada un an à l'avance

Budget	Revenus budgétaires	Charges de programmes	Date de publication
1993-1994	126 900	120 000	26-avril-1993
1994-1995	123 900	122 600	22-février-1994
1995-1996	133 200	144 000	27-février-1995
1996-1997	135 000	109 000	06-mars-1996
1997-1998	137 800	105 800	18-février-1997
1998-1999	151 000	104 500	24-février-1998
1999-2000	156 700	111 200	16-février-1999
2000-2001	162 000	116 000	28-février-2000
2001-2002	171 300	130 500	décembre-2001
2002-2003	174 700	136 600	décembre-2001
2003-2004	184 700	143 000	18-février-2003
2004-2005	187 200	147 900	23-mars-2004
2005-2006	200 400	161 300	23-février-2005
2006-2007	227 100	188 800	02-mai-2006
2007-2008	236 700	199 600	19-mars-2007
2008-2009	241 900	208 100	26-février-2008
2009-2010	224 900	229 100	27-janvier-2009
2010-2011	231 300	249 200	04-mars-2010
2011-2012	249 100	245 700	22-mars-2011
2012-2013	255 000	245 300	29-mars-2012

Tableau B.4: Prévisions du ministère des Finances du Canada deux ans à l'avance

Budget	Revenus budgétaires	Charges de programmes	Date de publication
1993-1994	138 800	119 850	25-février-1992
1994-1995	135 900	123 100	26-avril-1993
1995-1996	132 000	122 700	22-février-1994
1996-1997	137 400	107 900	27-février-1995
1997-1998	141 000	106 000	06-mars-1996
1998-1999	144 000	103 500	18-février-1997
1999-2000	155 000	107 000	24-février-1998
2000-2001	159 500	113 200	16-février-1999
2001-2002	168 000	121 500	28-février-2000
2002-2003	174 700	136 600	décembre-2001
2003-2004	180 700	140 200	décembre-2001
2004-2005	192 900	149 600	18-février-2003
2005-2006	195 800	156 100	23-mars-2004
2006-2007	210 100	169 500	23-février-2005
2007-2008	235 800	196 500	02-mai-2006
2008-2009	243 500	206 800	19-mars-2007
2009-2010	252 000	218 300	26-février-2008
2010-2011	239 900	236 500	27-janvier-2009
2011-2012	249 000	241 400	04-mars-2010
2012-2013	264 400	247 300	22-mars-2011

ANNEXE C

RÉSULTATS POUR LA PRÉVISION DE LA TVQ

Tableau C.1: Prévisions du taux de croissance du revenu de la TVQ pour 2017 et pour 2018

	2017	2018
Un régresseur à haute fréquence	0.0454	0.0388
Combinaison de prévisions	0.0272	0.0366
Ministère des Finances du Québec	0.0270	0.0260

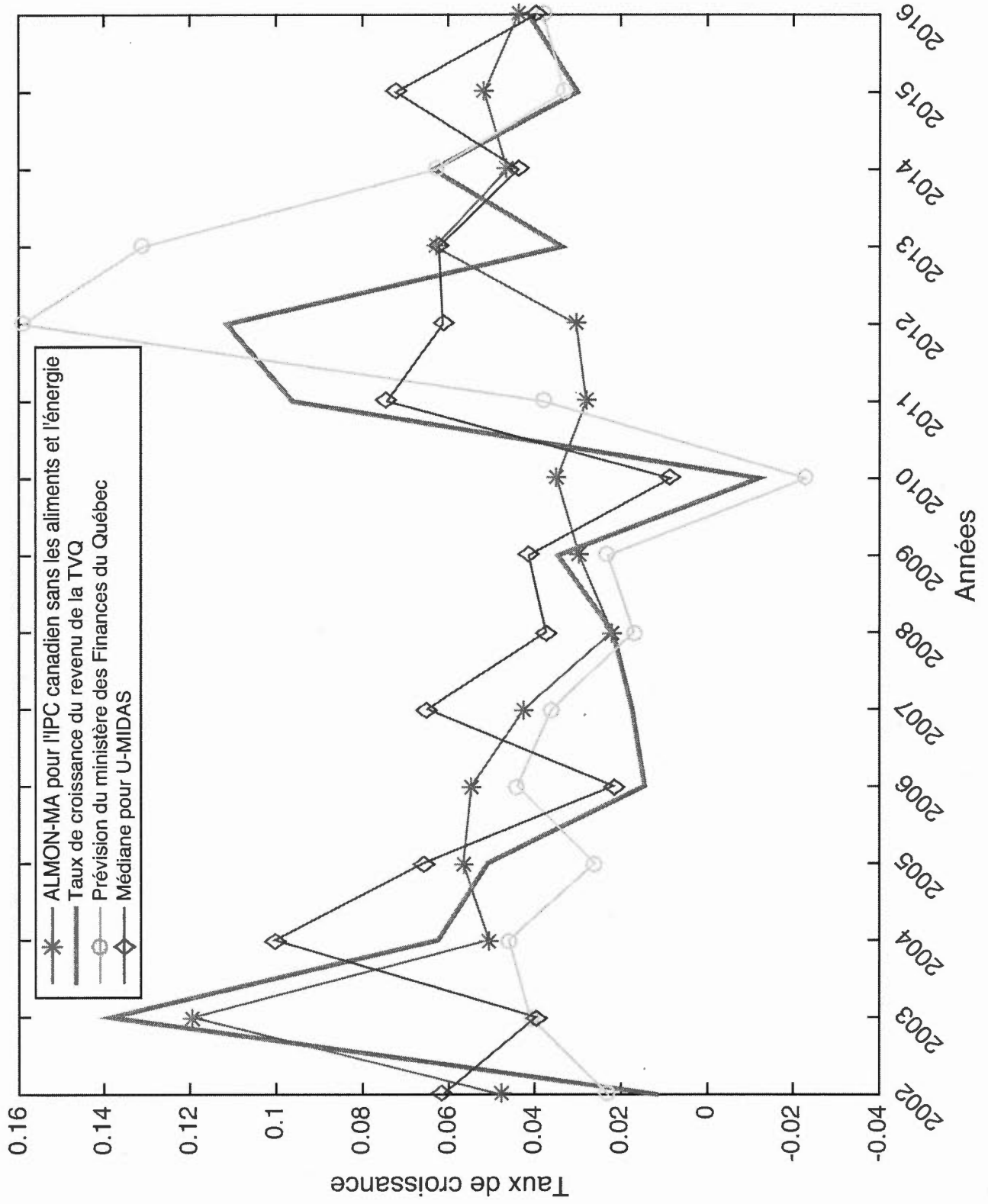


Figure C.1: Prévisions un an à l'avance de 2002 à 2016 pour le taux de croissance du revenu de la TVQ au Québec

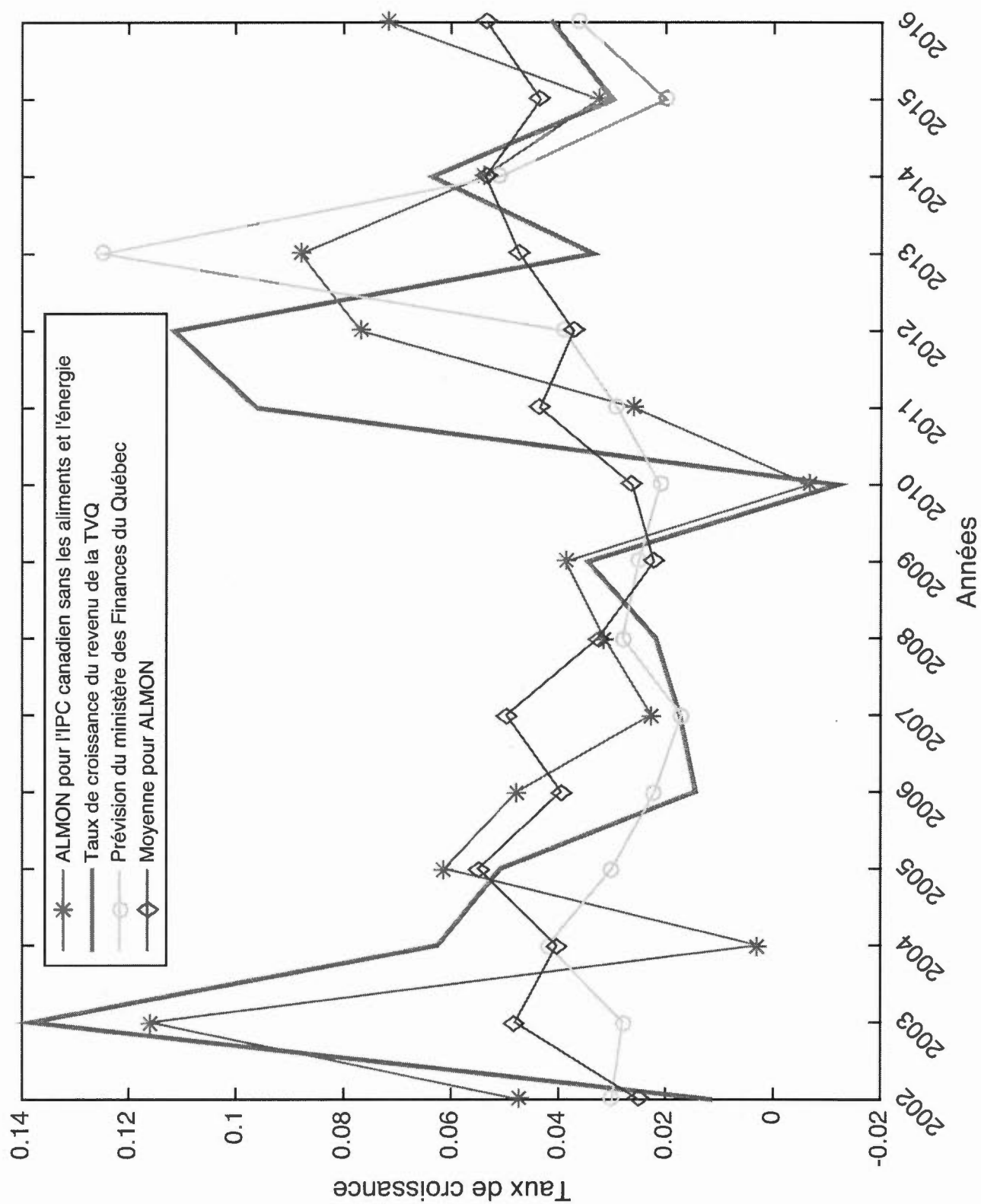


Figure C.2: Prévisions deux ans à l'avance de 2002 à 2016 pour le taux de croissance du revenu de la TVQ au Québec

ANNEXE D

RÉSULTATS POUR LA PRÉVISION DES REVENUS ET DES CHARGES DE PROGRAMMES DU GOUVERNEMENT DU CANADA

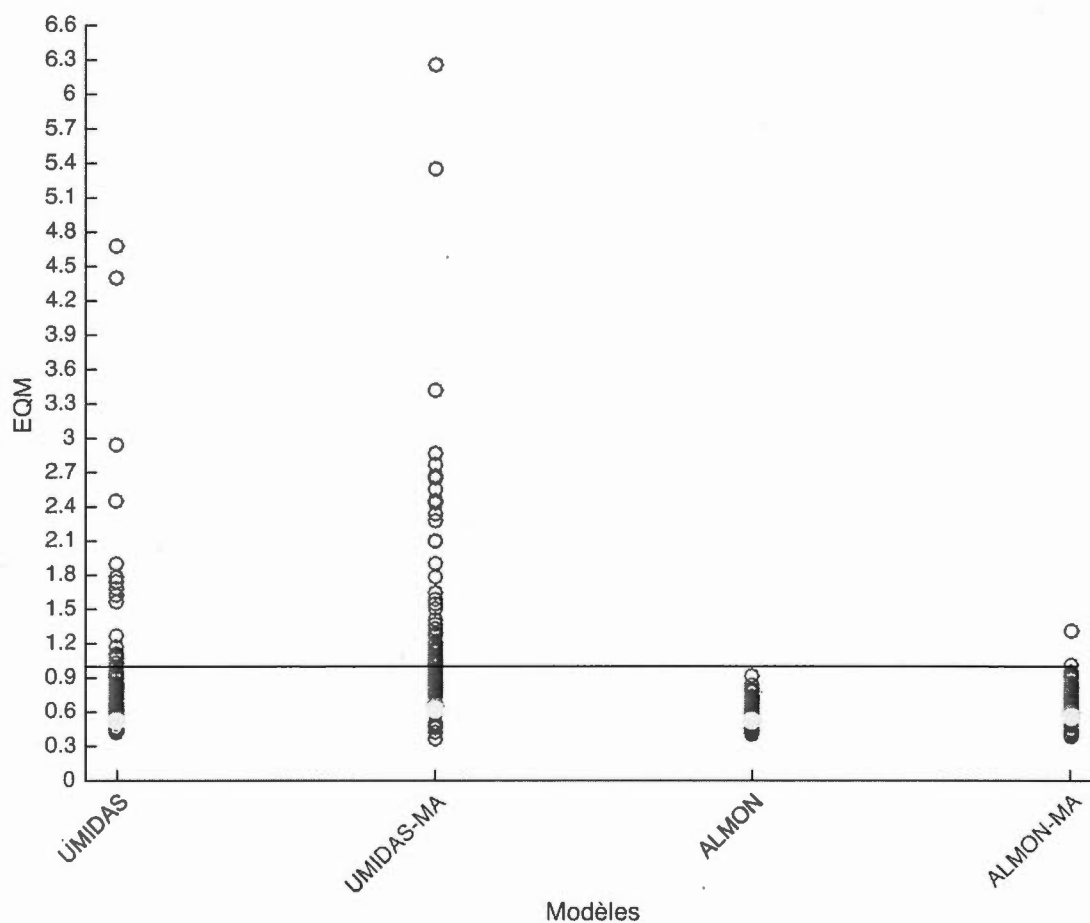


Figure D.1: Dispersion des prévisions du revenu du gouvernement du Canada des modèles à fréquence mixte en terme d'EQM par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada un an à l'avance

Note : Les cercles bleu représentent le ratio de l'EQM d'un modèle à haute fréquence j par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada. Les points verts représentent le ratio de l'EQM de la prévision médiane de l'ensemble des j régresseurs de chacun des modèles à fréquences mixtes par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada. Les points rouges représentent le ratio de l'EQM de la prévision moyenne de l'ensemble des j régresseurs de chacun des modèles à fréquences mixtes par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada.

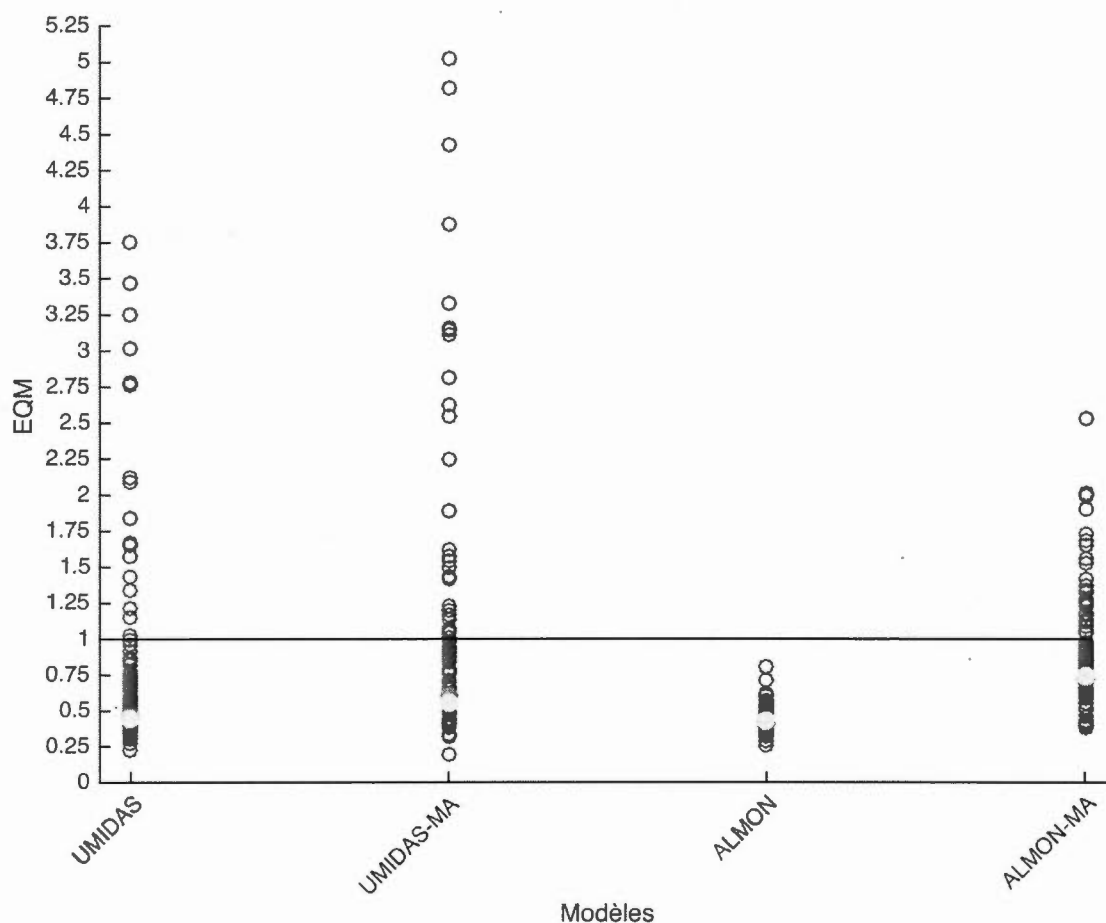


Figure D.2: Dispersion des prévisions du revenu du gouvernement du Canada des modèles à fréquence mixte en terme d'EQM par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada deux ans à l'avance

Note : Les cercles bleu représentent le ratio de l'EQM d'un modèle à haute fréquence j par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada. Les points verts représentent le ratio de l'EQM de la prévision médiane de l'ensemble des j régresseurs de chacun des modèles à fréquences mixtes par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada. Les points rouges représentent le ratio de l'EQM de la prévision moyenne de l'ensemble des j régresseurs de chacun des modèles à fréquences mixtes par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada.

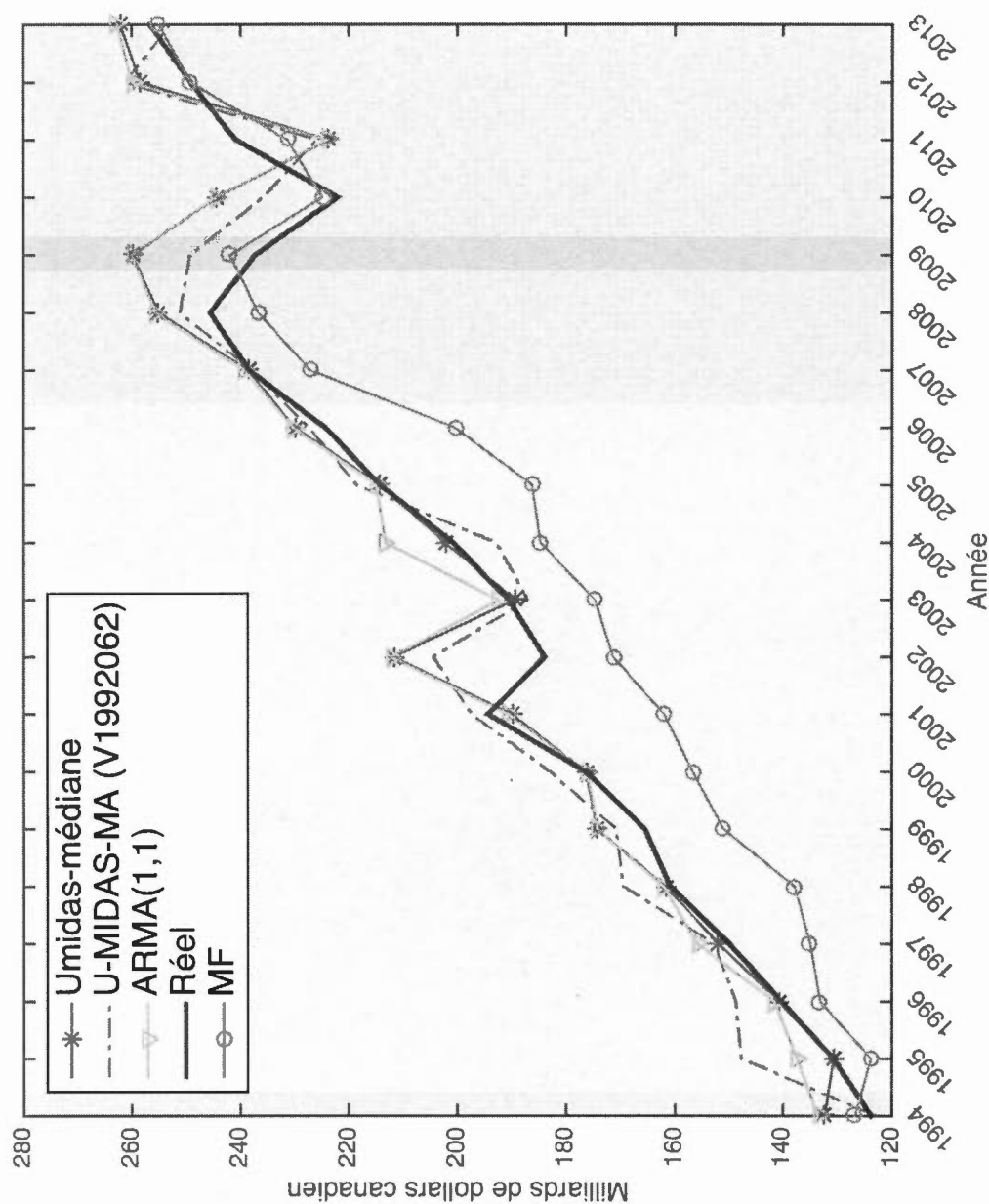


Figure D.3: Meilleurs modèles pour la prévisions un an à l'avance de 1994 à 2013 pour les revenus du gouvernement du Canada

Note : Les zones bleues indiquent que les prévisions du ministère des Finances du Canada (MF) ont été faites sous un gouvernement conservateur, tandis que les zones rouges sous un gouvernement libéral. Les zones grises indiquent les périodes de récessions au Canada selon l'Institut C.D. Howe.

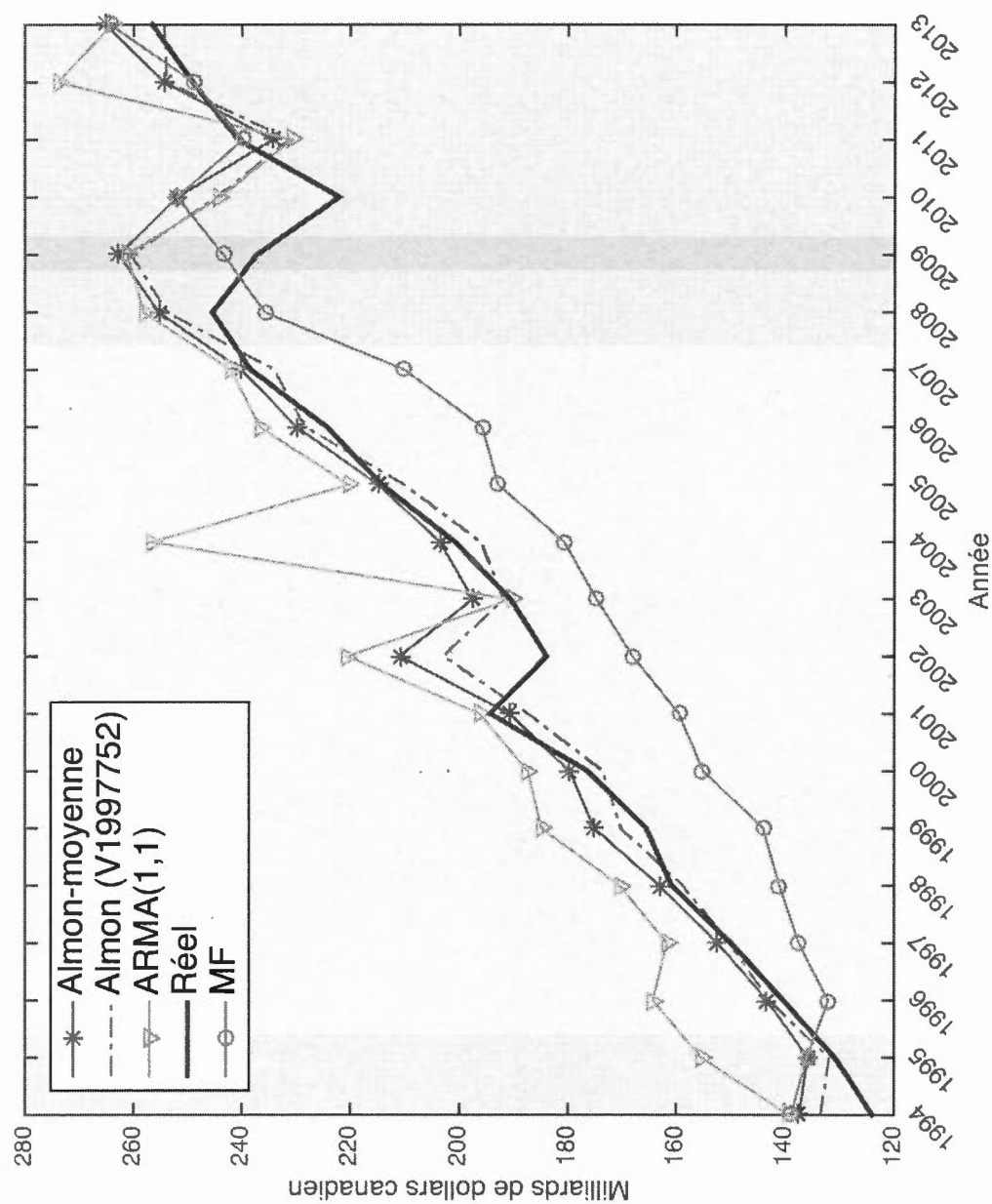


Figure D.4: Meilleurs modèles pour la prévisions deux ans à l'avance de 1994 à 2013 pour les revenus du gouvernement du Canada

Note : Les zones bleues indiquent que les prévisions du ministère des Finances du Canada (MF) ont été faites sous un gouvernement conservateur, tandis que les zones rouges sous un gouvernement libéral. Les zones grises indiquent les périodes de récessions au Canada selon l'Institut C.D. Howe.

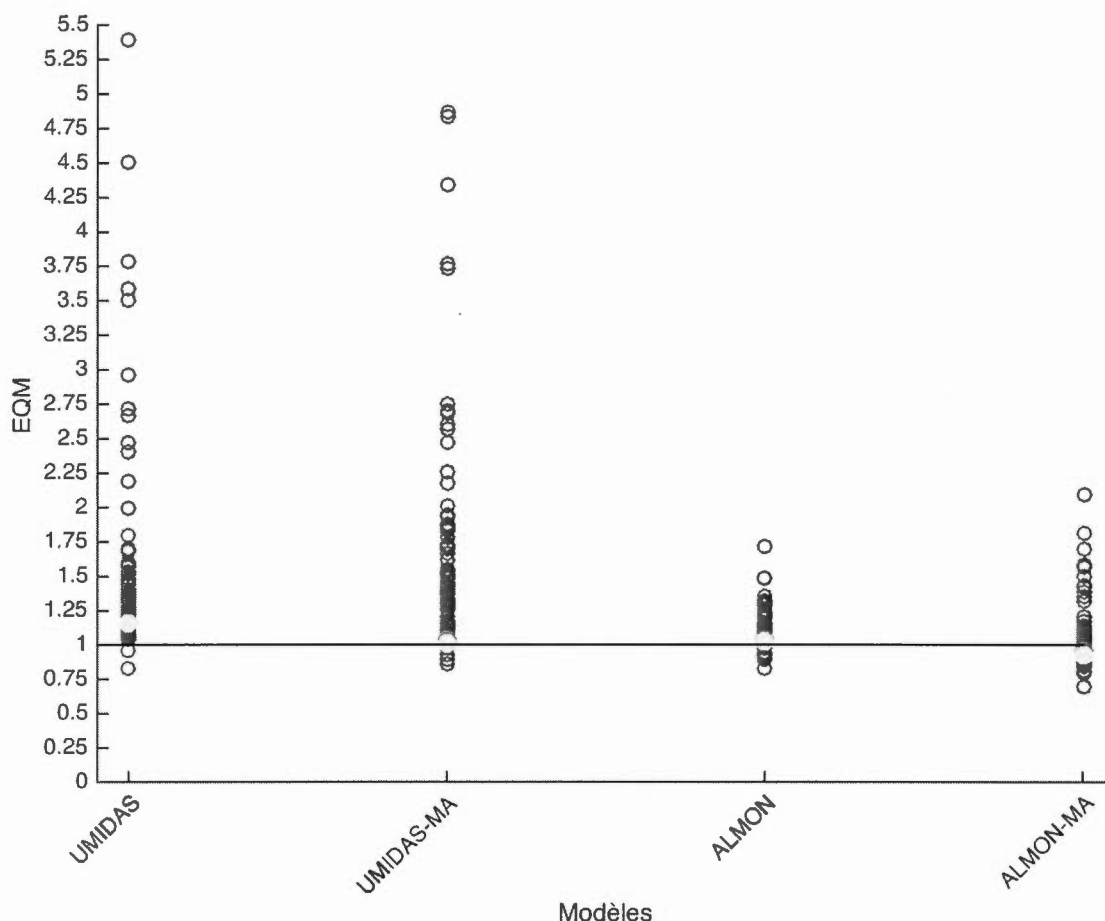


Figure D.5: Dispersion des prévisions des charges de programmes du gouvernement du Canada des modèles à fréquence mixte en terme d'EQM par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada un an à l'avance

Note : Les cercles bleu représentent le ratio de l'EQM d'un modèle à haute fréquence j par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada. Les points verts représentent le ratio de l'EQM de la prévision médiane de l'ensemble des j régresseurs de chacun des modèles à fréquences mixtes par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada. Les points rouges représentent le ratio de l'EQM de la prévision moyenne de l'ensemble des j régresseurs de chacun des modèles à fréquences mixtes par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada.

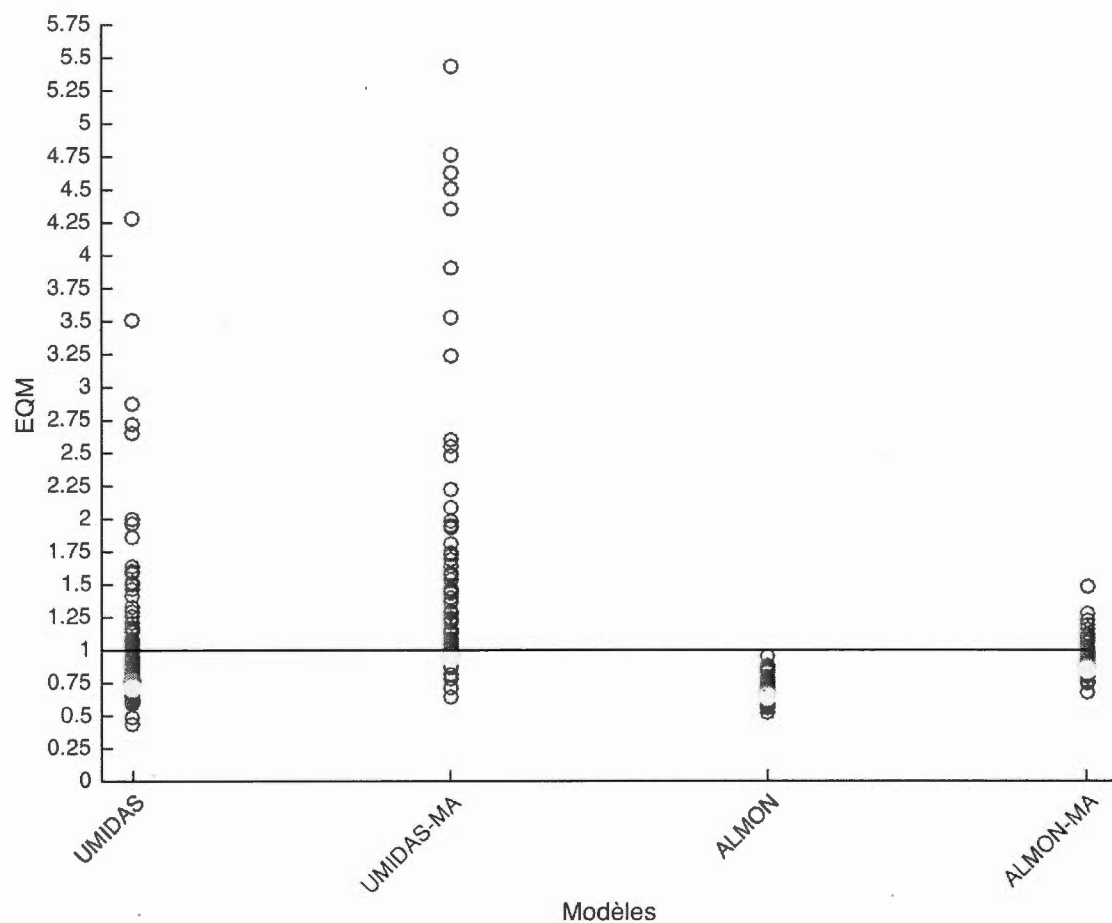


Figure D.6: Dispersion des prévisions des charges de programmes du gouvernement du Canada des modèles à fréquence mixte en terme d'EQM par rapport à l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada deux ans à l'avance

Note : Les cercles bleu représentent le ratio de l'EQM d'un modèle à haute fréquence j par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada. Les points verts représentent le ratio de l'EQM de la prévision médiane de l'ensemble des j régresseurs de chacun des modèles à fréquences mixtes par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada. Les points rouges représentent le ratio de l'EQM de la prévision moyenne de l'ensemble des j régresseurs de chacun des modèles à fréquences mixtes par rapport l'EQM des prévisions du ministère des Finances du Canada.

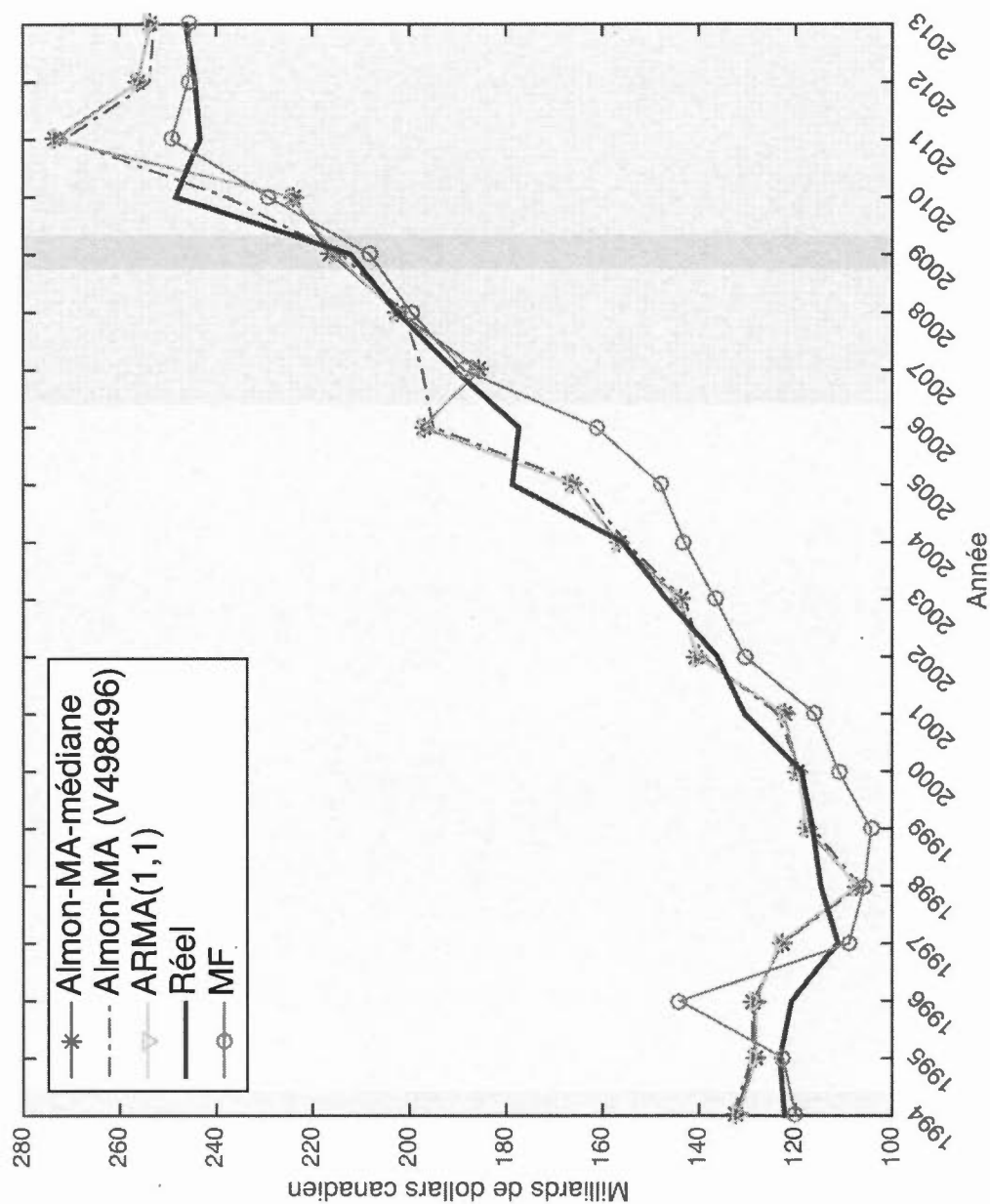


Figure D.7: Meilleurs modèles pour la prévisions un an à l'avance de 1994 à 2013 pour les charges de programmes du gouvernement du Canada

Note : Les zones bleues indiquent que les prévisions du ministère des Finances du Canada (MF) ont été faites sous un gouvernement conservateur, tandis que les zones rouges sous un gouvernement libéral. Les zones grises indiquent les périodes de récessions au Canada selon l'Institut C.D. Howe.

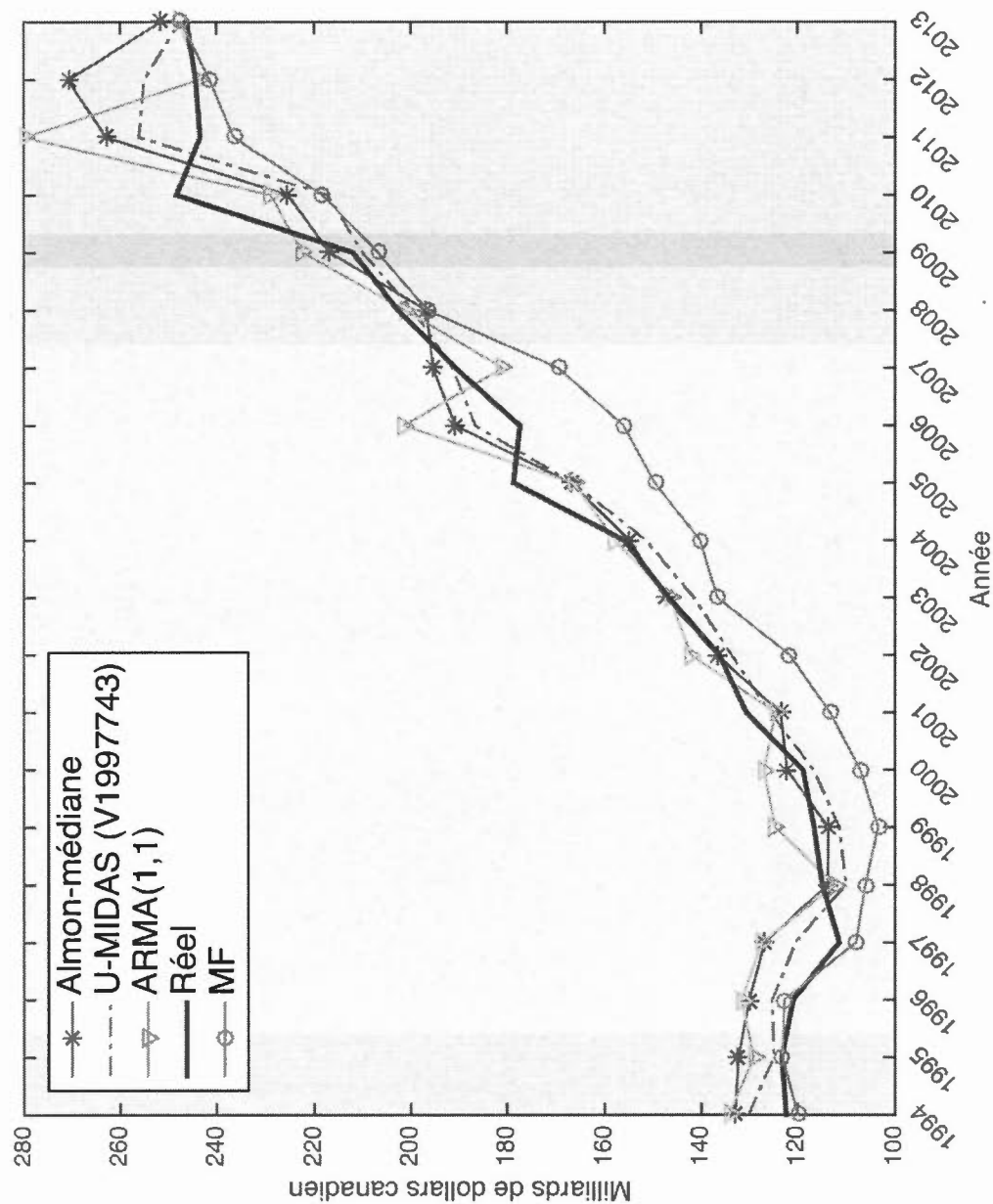


Figure D.8: Meilleurs modèles pour la prévisions deux ans à l'avance de 1994 à 2013 pour les charges de programmes du gouvernement du Canada

Note : Les zones bleues indiquent que les prévisions du ministère des Finances du Canada (MF) ont été faites sous un gouvernement conservateur, tandis que les zones rouges sous un gouvernement libéral. Les zones grises indiquent les périodes de récessions au Canada selon l'Institut C.D. Howe.

BIBLIOGRAPHIE

- Armesto, M. T., Engemann, K. M., et Owyang, M. T. (2010). Forecasting with mixed frequencies. *Federal Reserve Bank of St. Louis Review*, 92(6), 521-36.
- Asimakopoulou, S., Paredes, J. et Warmedinger, T. (2013). Forecasting fiscal time series using mixed frequency data. *ECB Working Paper*, 1550.
- Boivin, J., Giannoni, M. P., et Stevanović, D. (2009). Monetary transmission in a small open economy : More data, fewer puzzles. *Columbia University manuscript (2013) "Dynamic effects of credit shocks in a data-rich environment," CEPR discussion paper, no. 9470.*
- Bretschneider, S.I., W.L. Gorr, G. Grizzle, E. Klay (1989). Political and organizational influences on the accuracy of forecasting state government revenues. *International Journal of Forecasting*, 5, p. 307- 319.
- Campbell, J. Y. et Perron, P. (1991). Pitfalls and opportunities : what macroeconomists should know about unit roots. In *NBER Macroeconomics Annual 1991*, Volume 6, (p. 141-220). MIT press
- Chiu, C. W. J., Eraker, B., Foerster, A. T., Kim, T. B. et Seoane, H. D. (2011). Estimating VAR's sampled at mixed or irregular spaced frequencies : a Bayesian approach. *Federal Reserve Bank of Kansas City*, RWP 11-11.
- Cimadomo, J., Giannone, D. et Lenza, M. (2015). Now-casting the Italian budget deficit : a mixed frequency BVAR approach. *Version préliminaire de décembre 2015.*
- Clark, T. E. (2004). Can out-of-sample forecast comparisons help prevent overfitting ? *Journal of forecasting*, 23(2), 115-139.
- Clements, M. et Galvao, A. (2008). Macroeconomic Forecasting With Mixed-Frequency Data : Forecasting Output Growth in the United States. *Journal of Business and Economic Statistics*, 26, 546-554.
- Dickey, D. A. et Fuller, vV. A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 74, No. 366, 427-431.
- Foroni, C., Ghysels, E. et Marcellino, M. (2013). Mixed Frequency Vector Autoregressive Models. *Advances in Econometrics*, Vol. 32, 247-272.
- Foroni, C., et Marcellino, M. G. (2013)). A survey of econometric methods for mixed-frequency data. *Disponible au SSRN 2268912.*
- Foroni, C., Marcellino, M. et Schumacher, C. (2015). Unrestricted mixed data sampling (MIDAS) : MIDAS regressions with unrestricted lag polynomials. *Journal of the Royal Statistical Society : Series A (Statistics in Society)*, 178(1), 57-82.

- Foroni, C., Marcellino, M. et Stevanovic, D. (2017). Mixed frequency models with MA components. *Mimeo*.
- Fox, W. F. et Campbell, C. (1984). Stability of the state sales tax income elasticity. *National Tax Journal*, 201-212.
- Fullerton, T. M. (1989). A composite approach to forecasting state government revenues : Case study of the Idaho sales tax. *International Journal of Forecasting*, 5(3), 373-380.
- Ghysels, E. et Ozkan, N. (2015). Real-time forecasting of the US federal government budget : A simple mixed frequency data regression approach. *International Journal of Forecasting*, 31(4), 1009-1020.
- Ghysels, E., Santa-Clara, P. et Valkanov, R. (2004). The MIDAS touch : Mixed data sampling regression models. *Mimeo*.
- Ghysels, E., Santa-Clara, P. et Valkanov, R. (2005). There is a risk-return trade-off after all. *Journal of Financial Economics*, 76(3), 509-548.
- Ghysels, E., Sinko, A. et Valkanov, R. (2007). MIDAS regressions : Further results and new directions. *Econometric Reviews*, 26(1), 53-90.
- Grizzle, G.A., W.E. Klay (1994). Forecasting State Sales Tax Revenues : Comparing the Accuracy of Different Methods. *State and Local Government Review*, 26, p. 142-152.
- Leal, T., Pérez, J. J., Tujula, M. et Vidal, J. P. (2008). Fiscal forecasting : lessons from the literature and challenges. *Fiscal Studies*, 29(3), 347-386.
- Lütkepohl, H. (1981). A model for non-negative and non-positive distributed lag functions. *Journal of Econometrics*, 16(2), 211-219.
- Lütkepohl, H. (2010). Forecasting aggregated time series variables : A survey. *Journal of Business Cycle Measurement and Analysis*, 2010(2), 37.
- Onorante, L., Pedregal, D. J., Pérez, J. J., et Signorini, S. (2008). The usefulness of infra-annual government cash budgetary data for fiscal forecasting in the euro area. *Journal of Policy Modeling*, 32(1), 98-119.
- Ozkan, N. (2014). *Government Budget Predictions with Mixed Frequency Analysis*. Thèse de doctorat inédite, Université de Caroline du Nord à Chapel Hill.
- Reinhart, C. M. et Rogoff, K. S. (2010). Growth in a time of debt. *American Economic Review*, 100(2), 573-578.
- Reinmuth, J. E. et Geurts, M. D. (1979). A multideterministic approach to forecasting. *TIMS Studies in the Management Sciences*, 12, 203-211.
- Schwert, G.W. (1989). Tests for unit roots : a Monte Carlo investigation. *Journal of Business and Economic Statistics*, 7, 147-160.
- Stock, J. H. et Watson, M. W. (1989). Interpreting the evidence on money-income causality. *Journal of Econometrics*, 40(1), 161-181.

- Stock, J. H., et Watson, M. W. (2004). Combination forecasts of output growth in a seven-country data set. *Journal of Forecasting*, 23(6), 405-430.
- Timmermann, A. (2006). Forecast combinations. *Handbook of economic forecasting*, 1, 135-196.
- Truffaut, S. (2013, 22 avril). L'erreur économique - Le chiffre du mal. *Le Devoir*, Récupéré de <http://www.ledevoir.com/international/actualites-internationales/376282/l-erreur-economique-le-chiffre-du-mal>.